



# Geleide N-bemesting voor aardappelen op basis van gewasreflectie-metingen

Integratie van sensormetingen in een N-bijmeststelsysteem

...

: f]hg'?"j Ub'9j Yfh  
8Uj ]X'5"j Ub'XYf'GVXUbg''  
>Ub'H]Yg'A U'XU''  
K ]a 'j Ub'XYb'6Yf[ ''  
K ]`Ya '7"5"j Ub'; YY''  
>Ub'BUa a Yb'>i \_Ya U''



# Geleide N-bemesting voor aardappelen op basis van gewasreflectie-metingen

Integratie van sensormetingen in een N-bijmeststelsel

Frits K. van Evert  
David A. van der Schans  
Jan Ties Malda  
Wim van den Berg  
Willem C.A. van Geel  
Jan Nammen Jukema

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatie nr: 423



Projectnummer: 3250183711

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR  
Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
: Edelhertweg 1, Lelystad  
Tel. : +31 320 - 291111  
Fax : +31 320 - 230479  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

VOORWOORD.....	5
SAMENVATTING.....	7
1 AANLEIDING.....	9
1.1 Doel.....	10
1.2 Afspraken met betrekking tot beschikbaarheid van data en resultaten. ....	10
2 HISTORISCHE DATA.....	13
2.1 Literatuur.....	13
2.2 Systeem-Booij opnieuw afgeleid.....	17
2.3 Literatuur.....	34
3 MATERIAAL EN METHODE.....	36
3.1 Onderzoeksopzet.....	36
3.2 Sensormeting gewasreflectie.....	37
3.3 Stikstofinhoud meting van het gewas.....	40
3.4 Vaststellen ijklijn.....	40
4 RESULTATEN VELDPROEVEN 2009 EN 2010.....	44
4.1 Vredepeel 2009 Consumptieaardappel.....	44
4.2 Rusthoeve 2009 Consumptieaardappel.....	47
4.3 Valthermond 2010 Zetmeelaardappel.....	48
4.4 Vredepeel 2010 Consumptieaardappel.....	55
4.5 Kollumerwaard 2010 Pootaardappel.....	60
4.6 Kooijenburg 2010 Zetmeelaardappel.....	63
4.7 Lelystad 2010 Consumptieaardappel.....	66
4.8 Rusthoeve 2010 Consumptieaardappel.....	69
4.9 Praktijkmonitoring 2010 Vierhuizen pootgoed.....	72
4.10 Ijklijn voor sensorwaarde en stikstofinhoud van het gewas.....	76
4.11 Ijklijn sensorwaarde en stikstofinhoud van het gewas afhankelijk van ras, bodem en/of teeltdoel.....	77
4.12 Uitwisselbaarheid sensoren.....	79
4.13 Test adviesregel.....	83
4.14 Ruimtelijk variabele toediening van stikstof.....	84
4.15 Literatuur.....	87
5 DISCUSSIE EN CONCLUSIE.....	88
5.1 Literatuur.....	92
6 HANDLEIDING VOOR HET GEBRUIK VAN SYSTEEM-BOOIJ.....	94
6.1 Vegetatie Index en schatting stikstofopname Ijklijn.....	95
6.2 Streefwaarde.....	96
6.3 Stappen.....	96
7 AANBEVELINGEN.....	98
BIJLAGE 1 TABELLEN RESULTATEN METINGEN.....	100

BIJLAGE 2 PROEFVELDSHEMA'S 2010 .....	114
BIJLAGE 3 STATISTISCHE VERWERKING .....	118
BIJLAGE 4 DATABASE VOOR PROEFGEGEVENS.....	122
BIJLAGE 5 ONTWIKKELVERZOEK 017 .....	124

# Voorwoord

In het voorjaar van 2010 is dit project (PPL Adviesregels 017) tot stand gekomen door gezamenlijke inspanning van 17 initiatiefnemers binnen het programma PrecisieLandbouw (PPL). Deze initiatiefnemers zijn: Agerland, Agrifirm, Agritip, Paulus van den Berg, Blgg agroxpertus, Van den Borne aardappelen, CZAV, Hamster/Wage, H-wodka, HZPC, KMWP, Nedato, QMS, Spinof/Hogeland/de Wadden, Mijno van Dijk, Wieringermeer precies, Wiski, ZLTO.

Door grote persoonlijke inspanning van Mijno van Dijk en Jan Nammen Jukema (PPO) werd een initiatief geformuleerd waarin alle partijen vertrouwen hadden. De opdracht werd gegund aan een consortium van Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), Plant Research International (PRI) en grond en gewas laboratorium ALTIC.

Het ontwikkelen van rekenregels voor sensorgestuurde stikstofbemesting in aardappel binnen één jaar is onmogelijk. Dit betekent dat er al een stevige basis lag. Deze is al eind jaren 90 gelegd door onderzoekers van Wageningen Universiteit en het toenmalige AB-DLO. In dit project is met name het werk van Booij van 1997 tot 2003 als basis genomen. Daarnaast kon het team gebruikmaken van lopend onderzoek waarin aanvullende waarnemingen werden gedaan. Er werd gebruik gemaakt van veldexperimenten met stikstof niveaus in het gewas aardappel die al vanwege andere projecten waren aangelegd. ALTIC voerde proeven uit voor het Productschap Akkerbouw, HZPC had een proefveld met stikstofniveaus in verschillende aardappelrassen op Kollummerwaard, op Rusthoeve werd een proefveld aangelegd gefinancierd uit regionale gelden en PPO bracht de proefvelden te Valthermond en Vredepeel in, die in het kader van het project "Geleide bemesting in aardappel" (BO-12.03-002-005) gefinancierd werden door het ministerie van LNV

Op deze manier konden op efficiënte wijze voldoende data worden verkregen om de project doelstelling te realiseren. Deze doelstelling is in het initiatief geformuleerd als:

1. het ontwikkelen van ijklijnen om de N-inhoud van het gewas aan de hand van reflectiemetingen te kunnen bepalen
2. het ontwikkelen van adviesregels om de bijmestgift vast te stellen aan de hand van de gemeten N-inhoud van het gewas, met in achtname van informatie zoals, ras (Seresta, Fontane, Agria en drie HZPC rassen in pootaardappelen), teeltdoel (consumptieaardappelen (vers en proces), pootaardappelen, zetmeelaardappelen), tijdstip van bijmesten, en bodemeigenschappen (Noordelijke klei, Centrale klei, Zuid-Oostelijk zand en de veenkoloniale bodems).
3. De ontwikkelde ijklijnen en adviesregels worden beschikbaar gesteld aan de initiatiefnemers.

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd. Het is nu aan de initiatiefnemers met deze resultaten praktijk toepassingen te ontwikkelen en het systeem zodanig te introduceren dat het past binnen de wensen en belangen van telers. De vertaalslag van een wetenschappelijk onderbouwd systeem naar een praktisch operationeel systeem vraagt de inzet en het enthousiasme van het landbouw bedrijfsleven en samenwerking met (praktijk)onderzoek. Het samenspel van initiatiefnemers en de mogelijkheden die PPL bieden en lopend onderzoek heeft er toe geleid dat integratie van gewas reflectie metingen in stikstof bijmestsystemen in aardappel praktisch haalbaar is geworden.



# Samenvatting

Gewasreflectiesensoren kunnen gebruikt worden om de N-inhoud van het gewas te meten, op basis waarvan de N-gift op de behoefte van het gewas kan worden afgestemd, en de voor het bedrijf beschikbare N efficiënt kan worden gebruikt. Voor aardappelen zijn er nog geen regels die een sensormeting om kunnen zetten naar een N-advies. Het doel van het in dit rapport beschreven onderzoek is (1) het ontwikkelen van een ijklijn om de N-inhoud van het gewas aan de hand van reflectiemetingen te kunnen bepalen, en (2) het ontwikkelen van adviesregels om de bijmestgift vast te stellen aan de hand van de gemeten N-inhoud van het gewas.

Onder leiding van Remmie Booij werd in de periode 1996-2003 een op gewasreflectiemetingen gebaseerd N-bijmeststelsel voor aardappelen ontwikkeld. Dit stelsel is nooit gedocumenteerd en is daarom opnieuw uit de originele onderzoeksgegevens afgeleid. De resultaten zijn (1) de N-inhoud van een aardappelgewas kan voldoende nauwkeurig bepaald worden met een meting van de gewasreflectie, (2) wachten met bijmesten tot de bodembedekking minimaal 90% bedraagt, resulteert niet in een lagere opbrengst terwijl wel N wordt bespaard, en (3) de grootte van de bijmestgift kan worden bepaald door een streefwaarde voor de N-inhoud te verminderen met de gemeten N-inhoud.

In 2009 en 2010 zijn aanvullende waarnemingen verricht teneinde systeem-Booij te kunnen verbreden naar alle grondsoorten, rassen en teeltdoelen.

Analyse van alle beschikbare sensormetingen en gewas analyses samen laat zien dat de WdVI in aardappelen een betere voorspelling van de N inhoud van het gewas ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) geeft dan andere indices. Er werden geen verschillen tussen rassen gedetecteerd m.b.t. het verband WdVI – N-inhoud; evenmin werden er verschillen gedetecteerd tussen bodems en/of teeltdoelen. Tenslotte bleek de door Booij opgestelde ijklijn de in 2009 en 2010 verzamelde gegevens goed te beschrijven. De conclusie is dat de ijklijn van Booij gebruikt kan worden, ongeacht bodem, ras of teeltdoel.

Het advies van systeem-Booij zat in de meeste gevallen het dichtste bij de afgeleide optimale N-gift en dat van de N-bemestingsrichtlijn het minst vaak. Soms was de afwijking van de adviesgiften ten opzichte van de berekende optimale N-gift klein, maar andere keren vrij groot. Dat gold zowel voor de N-bemestingsrichtlijn als systeem-Booij en aardappelmonitoring. Aan de nauwkeurigheid van de bijmeststelsels valt dus nog wel wat te verbeteren.

De bruikbaarheid van verschillende praktijksensoren is – op één locatie, in één jaar – onderzocht. Uit deze metingen bleek dat de GreenSeeker slecht bruikbaar is voor schatting van de N-inhoud van het gewas, de CropCircle bleek matig bruikbaar, en de bruikbaarheid van de Yara N-Sensor is vergelijkbaar met die van de onderzoekssensor CropScan.

Een rekenoefening aan de hand van in PerceelCentraal bepaalde pleksgewijze opbrengstcurves liet zien dat de opbrengst zelfs op het meest bonte van de percelen slechts met 0,5-1 t  $\text{ha}^{-1}$  verhoogd kon worden door de N pleksgewijs toe te dienen. Wel zou een vooraf bekende opbrengstpotentie meegewogen kunnen worden bij het bepalen van de streefwaarde bij bijmesten.

Belangrijk is de vraag hoe een jaar met grote opbrengstpotentie en dus grote N behoefte vroegtijdig herkend kan worden. Waarschijnlijk groeit een hoog-opbrengend gewas vanaf het begin harder dan een “normaal” gewas. Het zal dan al vroeg een hoge N-opname laten zien en systeem-Booij en andere bijmeststelsels zullen adviseren om niet of slechts weinig bij te mesten. Er is onderzoek nodig om te bepalen of een simulatiemodel het groeiverloop vroegtijdig in kan schatten zodat ook een hoog-opbrengend gewas adequaat bemest wordt.

In dit rapport wordt een praktische handleiding gegeven aan de hand waarvan de teler systeem-Booij kan uitvoeren. Dit leidt overigens alleen tot een betrouwbaar advies als er geen bijzondere omstandigheden of beperkingen zijn voor de N opname. De teler moet beoordelen of dergelijke situaties optreden.



Systeem-Booij kan in de praktijk worden toegepast, maar er is vanzelfsprekend nog wel ruimte voor verbetering. Verbeteringen kunnen liggen op het gebied van de streefwaarde (verdere differentiatie naar bodem, ras en gebruiksdoel; een curve voor de streefwaarde op basis van de temperatuursom zodat bijbemest kan worden vóór volledige bodembedekking), het aantal bijmestmomenten, en uitbreiding met een bodem-N model zodat de voorraad minerale N in het advies kan worden meegewogen. Verdere aanbevelingen voor vervolgonderzoek richten zich op praktijksensoren (kalibratie, ijklijn, fout-detectie) en bemesting met vloeibare meststoffen.

# 1 Aanleiding

Er zijn diverse bedrijven op de markt die sensoren aanbieden om gewasgroei te monitoren (Crop circle, Yara N-sensor, GreenSeeker, Fritzmeier) of die informatie over gewasgroei vanuit satellieten aanbieden via het internet (Basfood, Croplook, LORIS, Terrasphere, Rapid Eye). Er is vanuit de primaire sector een toenemende belangstelling voor deze informatie. Telers willen hiermee hun strategische en operationele bedrijfsprocessen verbeteren. In die laatste categorie is één van de belangrijke elementen het plaatsspecifiek afstemmen van de N-gift op de behoefte van het gewas om zo de voor het bedrijf beschikbare N zo efficiënt mogelijk in te zetten. De noodzaak tot efficiënte stikstofbenutting zal zeer acuut worden wanneer de overheid de aangekondigde voornemens doorzet (het komende 5<sup>e</sup> Actie Programma Nitraatrichtlijn met als looptijd 2014-2017) en toegelaten stikstofinputs verder gaat verlagen op met name de zand- en lössgronden.

Er is een aantal bedrijven actief op de markt met het aanbieden van sensoren die informatie over de N-inhoud van het gewas kunnen verstrekken. Deze bedrijven bieden echter geen bemestingsadviezen aan. Dit project voorziet er in een adviesregel te ontwikkelen en beschikbaar te stellen aan de PPL initiatiefnemers waarmee aardappelen plaatsspecifiek bemest kunnen worden op basis van de door de sensoren gemeten stikstofstatus van het gewas. Een ijklijn vertaalt het gemeten (plaats specifieke) reflectiesignaal naar een (plaats specifieke) N-inhoud, dit is de basis voor een adviesregel die de hoeveelheid stikstof plaatsspecifiek en op maat afstemt op de gewasbehoefte.

Het is gebleken dat adviesregels die in Duitsland (Yara sensor) of de Verenigde Staten (GreenSeeker) ontwikkeld zijn, onvoldoende geschikt zijn voor de Nederlandse markt en sowieso voor aardappelen nog niet beschikbaar worden gesteld. De Nederlandse teelt is dermate specifiek dat er behoefte is aan een onder Nederlandse omstandigheden ontwikkelde set adviesregels. We moeten daarbij het onderscheid maken tussen consumptieaardappelen (vers en proces), pootaardappelen en zetmeelaardappelen én mogelijk rekening houden met verschillen tussen grondsoorten en regio's: Noordelijke klei, Centrale- en Zuidwestelijke klei, de Veenkoloniën en het Zuidoostelijk zandgebied.

De reden dat er nog geen ijklijnen en adviesregels beschikbaar zijn voor de Nederlandse teelt van aardappelen, ligt in het feit dat de ontwikkelkosten hoog zijn. De omzet van sensoren en plaats specifieke adviezen is nu nog laag en bedrijven hebben daardoor vaak onvoldoende budget om op eigen initiatief ijklijnen en adviesregels te ontwikkelen. In het recente verleden is het ontwikkelen ervan al meermalen op kleine schaal geprobeerd, maar het blijkt dat er nog betrouwbaar onderzoek nodig is om hier stappen in te kunnen zetten. Dit "kip en ei" probleem kan doorbroken worden door binnen PPL de krachten te bundelen en gezamenlijk de ontwikkeling hiervan op te pakken. Het is in het belang van de hele sector dat er betrouwbare ijklijnen en adviesregels voor de Nederlandse markt ontwikkeld worden. Alleen dan kan precisie-bemesting voor elke boer een nuttig gereedschap zijn.

Recent onderzoek (bijvoorbeeld Perceel Centraal) heeft uitgewezen dat sensordata in combinatie met kennis van het perceel (m.n. bodem organische stof) een goede basis vormt om een betrouwbaar advies voor stikstof bij bemesting te geven. Ook eerder onderzoek, uitgevoerd door PPO en PRI bewijst dat die manier van werken van toegevoegde waarde kan zijn voor agrarisch ondernemers. Uit onderzoek dat is uitgevoerd door ALTIC, Agrifirm en Wiski blijkt dat sensorgegevens van de Yara N-sensor en van satellieten relateerbaar zijn aan stikstof analyses van het gewas (laboratorium) in de drogestof van het blad. Een aantal duidelijke signalen die de potentie van deze adviesregels onderstrepen. Door de kennis en informatie die er aanwezig is rondom dit thema te bundelen, kunnen snel en efficiënt de laatste stappen gezet worden.

De huidige systemen voor N-bijbemestingsadviezen in aardappelen zijn gebaseerd op nitraat in het plantsap van de bladstelen en de hoeveelheid stikstof die in het loof is opgenomen dan wel de N-min in de bodem.. Nitraat in het plantsap zegt iets over actuele opname en reserves die de

aardappelplant op een specifiek moment nog heeft. Bij afname van de reserves kan met de nitraatanalyse tijdig worden gesignaleerd dat een N-tekort te verwachten is. Met het vaststellen van N-min in de bodem wordt het advies gebaseerd op de voorraad N waaruit het gewas kan putten. Veelal echter wordt er gewerkt met algemene adviesregels in combinatie met ervaringen uit de praktijk. Een methode die werkt met moderne technologieën moet het mogelijk maken om hier nog een flinke efficiëntieslag te realiseren.

Veel initiatiefnemers die een werkplan hebben ingediend binnen PPL, hebben behoefte aan betrouwbare adviesregels zo is gebleken uit die werkplannen. Dit project dient als bron van informatie voor die verschillende initiatiefnemers. De kennis vanuit dit project wordt door initiatiefnemers gebruikt om praktijkproeven uit maatwerk te verifiëren en onderling vergelijkbaar te maken, zodat zij sneller ontwikkelingen en initiatieven rondom dit thema kunnen ontplooien. Allen kunnen zij gebruik maken van wetenschappelijk verantwoorde informatie uit dit project en afstemming/steun bij opzet van de analyses in hun project wat zal zorgen voor een degelijke en robuuste vertaling naar de praktijk.

## 1.1 Doel

De doelstelling van het onderzoek is:

4. het ontwikkelen van ijklijnen om de N-inhoud van het gewas aan de hand van reflectiemetingen te kunnen bepalen;
5. het ontwikkelen van adviesregels om de bijmestgift vast te stellen aan de hand van de gemeten N-inhoud van het gewas, rekening houdend met informatie zoals, ras (Seresta, Fontane, Agria en twee HZPC rassen in pootaardappelen), teeltdoel (consumptieaardappelen (vers en proces), pootaardappelen, zetmeelaardappelen) tijdstip van bijmesten, en bodemeigenschappen (Noordelijke klei, Centrale klei, Zuid oostelijk zand en de veenkoloniaal).

De ontwikkelde ijklijnen en adviesregels worden beschikbaar gesteld aan de initiatiefnemers.

## 1.2 Afspraken met betrekking tot beschikbaarheid van data en resultaten.

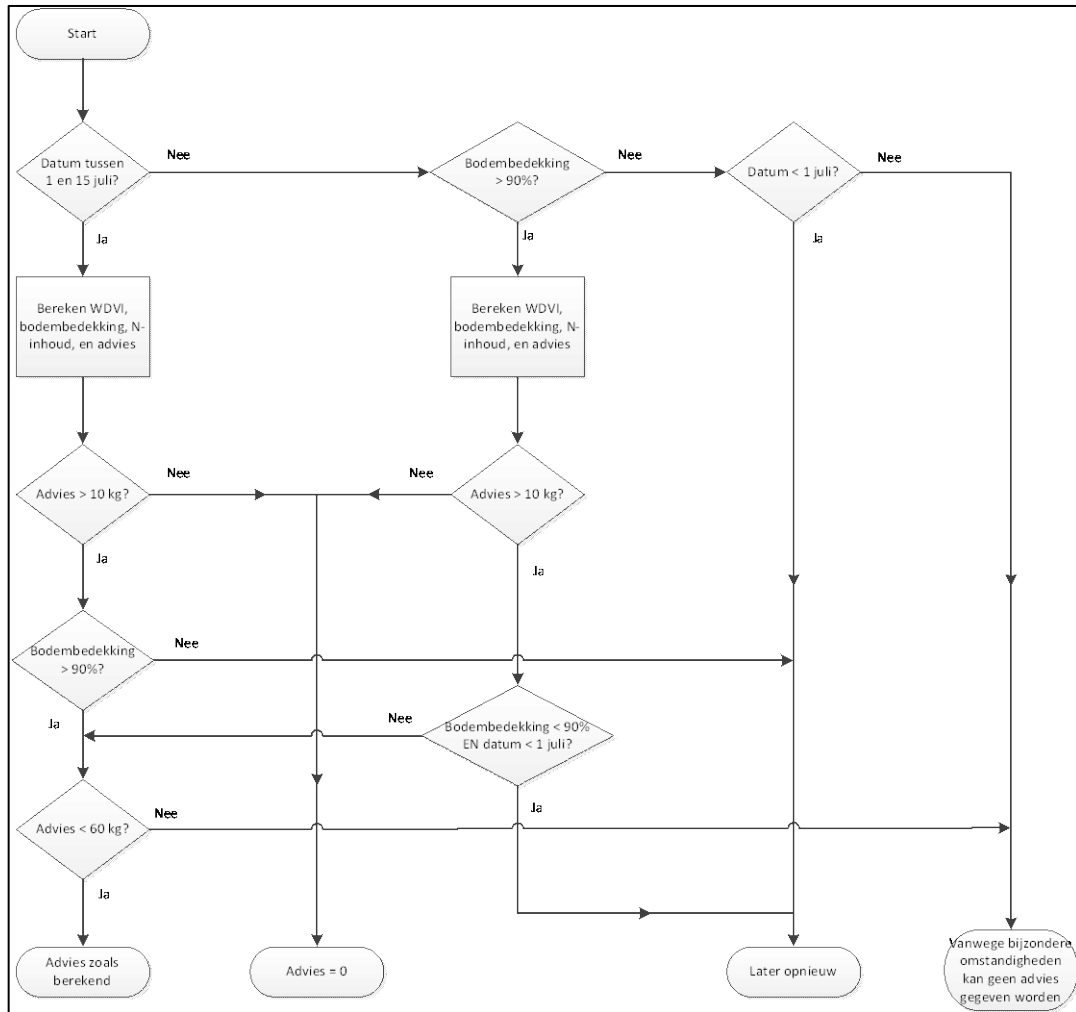
Met de opdrachtgevers is afgesproken dat data en resultaten die voortkomen uit dit onderzoek zonder voorbehoud ter beschikking worden gesteld van derden. Het ontwikkelverzoek is hierover expliciet:

*“De ontwikkelde ijklijnen en adviesregels worden beschikbaar gesteld aan de initiatiefnemers” en “De opgedane kennis wordt beschikbaar gesteld aan alle partijen die zich met het onderwerp (bij)bemesten bezig houden”.*

*“Aanpak datavergelijking en beschikbaarheid verzamelde data. Uit de analyse van de bestaande data en kennis in combinatie met de data die in de blokkenproeven is verzameld worden adviesregels ontwikkeld die de basis vormen voor hun toepassing op het gebied van N-bijbemesting. De ontwikkelde adviesregels worden beschikbaar gesteld aan de geïnteresseerde partijen, uiteraard begeleid met een duidelijke documentatie ten aanzien van achtergronden en het gebruik. De bedrijven implementeren vervolgens deze adviesregels in hun software en bedrijfsvoering. Omdat ieder dat op zijn eigen wijze doet, ontstaan er verschillende producten waarmee zij zich in de markt kunnen onderscheiden en ontstaat er op dit punt een open en concurrerende markt. Met de bedrijven wordt afgesproken hoe de adviesregels onderhouden worden (nieuwe rassen, teeltdoelen, etc.)”*

In overeenstemming met het bovenstaande zijn de gegevens van de in dit rapport besproken experimenten vrij beschikbaar. De gegevens uit Hoofdstuk 2 zijn beschikbaar via <http://edepot.wur.nl/176769>, de gegevens uit Hoofdstuk 4 zijn beschikbaar via <http://edepot.wur.nl/176770>.





*Figuur 1* **Stroomschema van Booi's systeem voor bijmesten. Een gedetailleerde en volledige afleiding van dit systeem is voorzover de auteurs van dit rapport bekend is, niet door Booi of anderen op schrift gesteld.**

## 2 Historische data

Onderzoek naar het gebruik van reflectiemetingen om de gewasgroei te volgen is meer dan 20 jaar geleden begonnen. Hieronder wordt eerst een overzicht gegeven van met name de Nederlandse literatuur op dit gebied en de belangrijke ontwikkelingen. Daarna wordt een aantal belangrijke experimenten beschreven die hebben geleid tot een eerste versie van de adviesregel voor bijbemesting met stikstof in aardappelen.

### 2.1 Literatuur

De eerste gewasreflectiemetingen in Wageningen werden gedaan in de 70er jaren (Bunnik, 1978; Van Kasteren and Uenk, 1975). Een samenvatting van dit vroege werk is te vinden in (Uenk et al., 1992). In de periode 1980-1990 is dit werk voortgezet. Eén belangrijke bevinding uit deze periode is dat de WDVI (Weighted Difference Vegetation Index) van (Clevers, 1989) goed gebruikt kan worden om LAI en bodembedekking te schatten in aardappelen, suikerbieten en granen. Voor aardappelen, bieten, tarwe, haver, gerst werden lineaire verbanden gevonden tussen bodembedekking en WDVI. Tussen LAI en WDVI werden kromlijnjige verbanden gevonden. Deze informatie werd gepubliceerd in een rapport (Uenk et al., 1992) en in een wetenschappelijke publicatie (Bouman et al., 1992).

De reflectiemeters die in deze tijd werden gebruikt waren op het CABO gebouwd. De CABO-1 meter werd gebruikt van 1980 t/m 1986 en meet in de banden groen, rood en infrarood. De CABO-II meter werd gebruikt vanaf 1987 en meet alleen in de banden groen en infrarood. Wanneer in CABO publicaties (later AB, dan PRI) melding wordt gemaakt van WDVI, dan wordt daar vrijwel altijd mee bedoeld een berekening op basis van groen en infrarood, terwijl in (Clevers, 1989) gebruik wordt gemaakt van rood en infrarood. Met ingang van 1990 is de commercieel verkrijgbare CropScan-reflectiemeter gebruikt. Deze meet in 8 banden, waaronder groen, rood en infrarood.

In 1986 startte Remmie Booij met een serie proeven om een op gewasreflectiemetingen gebaseerd N-bijmeststelsel voor aardappelen te ontwikkelen. De proeven, die uitgevoerd werden in Wageningen op proefboerderij "Droevendaal", in Rolde op proefboerderij "Kooijenburg" en in Colijnsplaat op proefboerderij "Rusthoeve", hebben een adviesregel voor bijbemesting opgeleverd, maar er is tot nog toe geen samenhangende rapportage verschenen. Wel wordt een overzicht van de methode gegeven in (Booij et al., 2000) en (Booij et al., 2001). Verder kan uit interne documenten van PRI een stroomschema van de methode worden afgeleid; dit is weergegeven in **Error! Reference source not found.** Met het overlijden van Remmie Booij in 2003 kwam een voorlopig einde aan deze onderzoekslijn.

De door Booij ontwikkelde adviesregel wordt in dit rapport aangeduid met "systeem-Booij". Met het systeem kan een bijmestadvies worden gegenereerd vanaf het moment dat het gewas de bodem >90% heeft bedekt. Meestal is dit rond 1 juli. Het systeem is vanaf 1999 op een aantal manieren getest. In 1999 (Uenk and Booij, 2000) en in 2000 (Uenk et al., 2000) is het systeem op een aantal praktijkbedrijven in NW Overijssel uitgevoerd en vergeleken met de telers-praktijk. In 2000 is het systeem ook op vijf akkerbouwbedrijven in gebied Westerwolde uitgevoerd (Uenk et al., 2001). In vrijwel alle gevallen resulteerde bijmesten in een lagere N-gift dan de praktijk, terwijl toch dezelfde opbrengst werd behaald. Duidelijk is dat het mogelijk is om ook met een late bijmestgift opbrengstverlies te voorkomen. Helaas zijn door het ontbreken van herhalingen en door afwijkingen van het proefplan door de teler de conclusies uit deze praktijkproeven statistisch niet hard te maken.

In 2002 en 2003 is een aantal bijmestsystemen, waaronder systeem-Booij, onderling en met de praktijk vergeleken. De proeven werden uitgevoerd in Rolde (Van Geel and Wijnholds, 2003; Van Geel et al., 2004) en Colijnsplaat (Slabbekoorn, 2002; Slabbekoorn, 2003). De uitkomst was dat met een aantal bijmestsystemen stikstof bespaard kan worden ten opzichte van de N-bemestingsrichtlijnen voor aardappelen uit de Adviesbasis bemesting (Van Dijk & Van Geel, 2010)

Tabel 1. Overzicht van de experimenten

Jaar	Locatie en proefnummer	Doel	Soil	Poten	Opkomst (50%)	Behandelingen	Reference	Cultivar	Planting
1997	Wageningen -1	Verband reflectie/N-inhoud	Zand	17 April		N-trappen	(Booij et al., 2001); (Jongschaap and Booij, 2004)	Bintje	0.75 x 0.30 m
1998	Wageningen -1	Verband reflectie/N-inhoud	Zand	11 May		N-trappen	Partly described in (Jongschaap and Booij, 2004)	Bintje	0.75 x 0.30 m
	Wageningen -3	Bepaal streefwaarde	Zand	11 May		Aanvullen tot streefwaarde	Niet gepubliceerd	Bintje	0.75 x 0.30 m
1999	Wageningen -1	Reflectance <> N-content	Zand	27 April		N-trappen	Niet gepubliceerd	Bintje	0.75 x 0.30 m
	Wageningen -3	Bepaal streefwaarde	Zand	27 April		Tijdstip bijmesten en streefwaarde	Niet gepubliceerd	Bintje	0.75 x 0.30 m
2000	Wageningen -1+2	Verband reflectie/N-inhoud, bepaal streefwaarde	Zand	18 April / 9 May		N-trappen en poottijdstip; Poottijdstip, aanvultijdstip, aanvulnivo	Niet gepubliceerd	Bintje	0.75 x 0.30 m
2002	Kooijenburg	Evaluatie	Zand	23 April	20 May	N-trappen; reflection-based sidedress rate	(Van Geel et al., 2004)	Mercator Seresta	0.75 x 0.33 m
	Rusthoeve	Evaluatie	Zware zavel 21% lutum, 1.9 % OM, pH 7.5	11 April		N-trappen; reflection-based sidedress rate	(Slabbekoorn, 2002)	Agria Felsina	Agria: 0.75 x 0.29 Felsina: 0.75 x 0.37
2003	Kooijenburg	Evaluatie	Sand	23 April	15 May	N-trappen; reflection-based sidedress rate	(Van Geel et al., 2004)	Mercator en Seresta	0.75 x 0.30 m
	Rusthoeve	Evaluatie	Zware zavel 26% lutum, 2.1 % OM, pH 7.6	31 March		N-trappen; reflection-based sidedress rate	(Slabbekoorn, 2003)	Agria Felsina	Agria: 0.75 x 0.29; Felsina: 0.75 x 0.37

zonder dat dit ten koste hoeft te gaan van de opbrengst. Een aandachtspunt bleek wel te zijn dat de basisgift stikstof niet te krap mag zijn, anders is het risico aanwezig dat het gewas al een groeiachterstand oploopt voordat er wordt bijbemest. Die achterstand is dan moeilijk meer in te halen met opbrengstderving tot gevolg. Systeem-Booij, de bladsteeltjesmethode en aardappelmonitoring presteerden vergelijkbaar en waren beter dan de andere bijmestsystemen. Deze proeven worden verder besproken in paragraaf 2.2.2.2 van dit rapport.

In Rolde zijn in 2002 en 2003, vlak naast bovengenoemde vergelijkingsproeven, ook proeven gedaan waarin omgekeerde N-vensters gebruikt werden om de bijmestgift te bepalen (Uenk et al., 2003; Uenk et al., 2005). Factoren waren: lage en hoge basisbemesting; en niet, vroeg of laat bijmesten. Bijmesten gebeurde op basis van het verschil in N-inhoud (bepaald met reflectie-metingen) tussen een proefobject en een rijk bemest object in de bovengenoemde vergelijkingsproef. In 2002 leverde de methode een besparing van N bij gelijkblijvende opbrengst op; in 2003 adviseerde dit systeem een te lage bijbemesting met opbrengstderving tot gevolg.

In 2002 zijn door een aantal telers in het project "Telen met Toekomst" N-vensters aangelegd: plekken op het perceel waar het gewas 50 kg N minder krijgt. De bevinding was dat de vensters niet tekenden en dat de opbrengst van de vensters niet lager was dan op de rest van het perceel. Dit is een verdere aanwijzing dat N-bemesting in aardappelen in ieder geval in sommige jaren verminderd kan worden zonder dat dit ten koste hoeft te gaan van de opbrengst.

In een proef in 1999, in Sellingen (Oost-Groningen), is de geplande bijmestgift niet uitgevoerd omdat CropScan-metingen uitwezen dat de N-inhoud van het gewas al voldoende groot was (Meurs et al., 2000). In 1999 is naast de proeven van Booij een aanpalende proef uitgevoerd waarin de mogelijkheid werd onderzocht om met frequent fertigeren aardappelen van N te voorzien (Klein Swormink, 1999). In de standaardbehandeling werd een basisgift van 250 kg N/ha toegediend. Naast de basisbehandeling waren er drie behandelingen waarin fertigatie werd toegepast. Deze behandelingen verschilden in de lengte van de periode waarin fertigatie werd toegepast: tot 39 dagen na opkomst, tot 53 dagen na opkomst, of tot 77 dagen na opkomst. Gedurende de fertigatieperiode werd één of tweemaal per week de N-inhoud van het gewas vastgesteld met een reflectiemeting. Vervolgens werd de via fertigatie toe te dienen hoeveelheid N bepaald als het verschil in N tussen de fertigatie-behandeling en het referentiegewas. Fertigeren tot 39 dagen na opkomst leidde tot een aanzienlijke besparing van N en dezelfde opbrengst als in het standaard-object.

In 2000 en 2001 is naast de proeven van Booij een aanpalende proef uitgevoerd waarin ruimtelijk variabel werd bijbemest (Van Marion, 2002). Ruimtelijk variabel bijmesten op basis van reflectiemetingen met CropScan gaf zelfde opbrengst als homogeen bijmesten en resulteerde niet in lagere N-gift – want het perceel was behoorlijk homogeen.

Van Marion constateerde dat de reflectiemeting met toepassing van de ijklijn van Booij een onderschatting opleverde van de N-inhoud van het gewas. De data wezen uit dat op het moment van meten de knolgroei al begonnen was; de afwijking werd veroorzaakt door de N in de knollen die niet "zichtbaar" is met een meting van de reflectie door de bovengrondse delen. Dit is een belangrijke tekortkoming van gewasreflectiemetingen om de N-inhoud van een gewas te bepalen.

De CropScan is een nauwkeurig instrument dat zeer geschikt is voor onderzoek. Een nadeel van het instrument is dat het met de hand boven het gewas moet worden gehouden en dat elke meting een druk op een knop vereist. Dit maakt het moeilijk om de reflectie van grotere oppervlakten in kaart te brengen. In 2004 en 2005 is daarom een systeem ontwikkeld waarmee continue metingen met de CropScan kunnen worden verricht en waarbij de coördinaten van elke meting met GPS worden vastgelegd (Achten and Molema, 2004; Achten et al., 2004) (Achten et al., 2005).

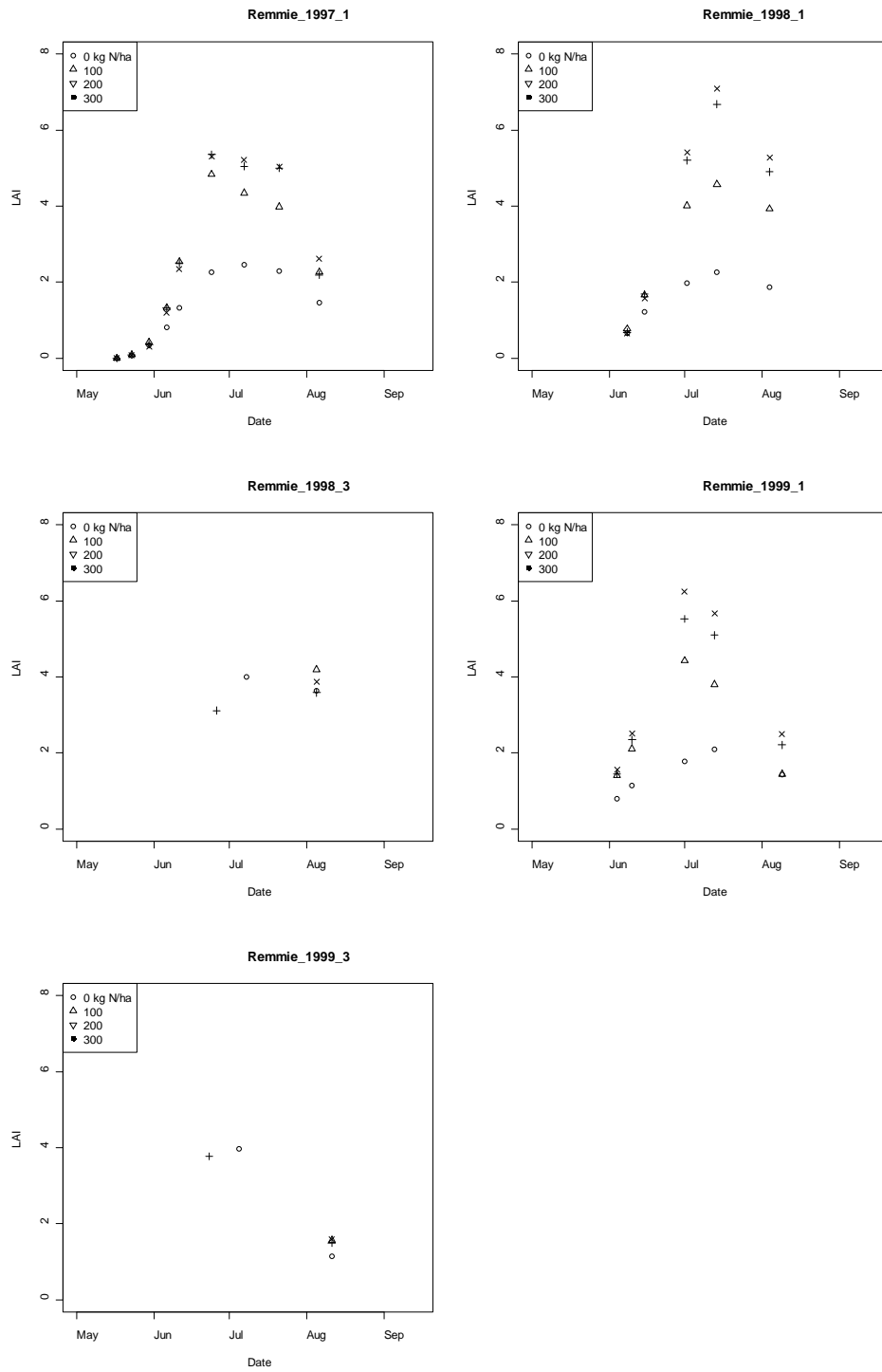
In 2009 is het Centrum voor Geo informatie (CGI) in Wageningen, in samenwerking met Van den Borne Aardappelen, een nieuw project gestart om de mogelijkheden van gewasreflectiemetingen in aardappelen te onderzoeken. De aandacht richt zich in eerste instantie op het vaststellen van de meest geschikte reflectie-index het beste overeenkomt met de N-toestand van het gewas (Kooistra et al.; Van Raaij et al., 2009). Overzichten van geleide bemesting zijn te vinden in (Lokhorst et al., 2003) en (Radersma et al., 2004). In de laatste studie worden de kosten van het systeem-Booij geschat op € 50 per 2-4 ha, terwijl de besparing van N € 23 per ha bedraagt. Dit maakt systeem-Booij in principe rendabel.

Geleide bemesting op basis van gewasreflectiemetingen vormt een onderdeel van het zelf-lerende systeem voor beslissingen rond N-bemesting en irrigatie dat door (Haverkort et al., 2003) wordt beschreven.

Behalve voor aardappelen is door Booij en collega's ook gewerkt aan het gebruiken van reflectiemetingen om N-bijmestgiften te adviseren in prei. Dit is weergegeven in (Meurs and Booij, 2003; Van Geel, 2003; Van Geel, 2004; Van Geel and Meurs, 2005). Een recente toepassing van een op reflectiemetingen en simulatie gebaseerd bijmeststelsel in prei wordt beschreven door (Van Evert et al., 2010)

Tenslotte kan worden vermeld dat gewasreflectiemetingen gebruikt kunnen worden om de dosering van loofdoormiddel in aardappelen aan te passen aan de vitaliteit van het gewas (Kempenaar et al., 2004; Kempenaar et al., 2008; Michielsen et al., 2010).





**Figuur 2** Verloop van LAI van aardappel in 1997, 1998 en 1999 bij verschillende stikstof niveaus. De LAI is niet in alle experimenten even frequent gemeten.

## 2.2 Systeem-Booij opnieuw afgeleid

Er is tot nu toe geen samenvattende rapportage verschenen over de proeven van Booij en de door hem afgeleide bijmestmethode. Hierdoor is het niet goed mogelijk de waarde van de methode te beoordelen. Het is ook niet goed mogelijk om de methode te verbeteren aan de hand van nieuwe experimentele gegevens. In het onderstaande wordt daarom het systeem-Booij opnieuw afgeleid.

Het uitgangspunt bij de ontwikkeling van dit systeem was de veronderstelling dat een meting van de gewasreflectie gebruikt kan worden om de hoogte van de bijmestgift te bepalen. De volgende vragen dienen beantwoord te worden:

1. Kan de N-inhoud van een aardappelgewas voldoende nauwkeurig bepaald worden met een reflectiemeting?
2. Op welk moment in het groeiseizoen moet er gemeten en eventueel bijbemest worden?
3. Gegeven de N-inhoud van het gewas, hoeveel moet er bijbemest worden?

Over onderdelen van het systeem-Booij is gepubliceerd (Booij and Uenk, 2004; Booij et al., 2001) maar een volledige beschrijving is niet eerder gegeven.

### 2.2.1 Materiaal en methoden

#### 2.2.1.1 Ontwikkeling van het systeem-Booij

Van 1997 to 2000 is een serie experimenten uitgevoerd op proefboerderij "Droevendaal" in Wageningen (Tabel 1). Het experiment van 1997 werd voornamelijk uitgevoerd om een voorlopig verband te bepalen tussen N-inhoud van het gewas en reflectiemeting. De experimenten van 1998 t/m 2000 werden voornamelijk uitgevoerd om de vraag te beantwoorden wanneer er bijbemest moet worden en hoeveel. In elk van de jaren 1997 t/m 2000 werd steeds een N-trappenexperiment uitgevoerd waarbij alle N bij poten werd toegediend, in hoeveelheden van 0, 100, 200 of 300 kg N ha<sup>-1</sup>. In 1997 waren er naast bovengenoemde N-trappen ook behandelingen waarbij 100 kg N ha<sup>-1</sup> werd toegediend bij poten en één tot viermaal werd bijbemest, steeds 50 kg N ha<sup>-1</sup>. In Tabel 2 wordt, voor alle in dit hoofdstuk beschreven experimenten, een overzicht gegeven van de hoeveelheden N die werden toegediend en de tijdstippen waarop de toediening plaatsvond.

In 1998 en 1999 waren er naast de bovengenoemde N-trappen, ook behandelingen waarbij 100 kg N ha<sup>-1</sup> werd toegediend bij poten en waarbij daarna nog éénmaal bijbemest werd. De grootte van de bijmestgift werd als volgt bepaald:

$$N_{\text{bijmest}} = N_{\text{streefwaarde}} - N_{\text{gewas}} \quad \text{vg. 1}$$

waarin  $N_{\text{bijmest}}$  = bijmest gift (kg N ha<sup>-1</sup>),  $N_{\text{streefwaarde}}$  = gewenste N-inhoud van het gewas (kg N ha<sup>-1</sup>),  $N_{\text{gewas}}$  = N-inhoud van het gewas zoals bepaald met een meting van de gewasreflectie (kg N ha<sup>-1</sup>). Factoren in deze experimenten waren het moment van de bijgift (3<sup>e</sup> week van juni of 1<sup>ste</sup> week van juli) en de streefwaarde voor de N-inhoud van het gewas (150, 200 of 250 kg N ha<sup>-1</sup>).

In 2000 werd een experiment uitgevoerd met behandelingen waarin 0, 100, 200, of 300 kg N ha<sup>-1</sup> bij poten werd toegediend; en behandelingen waarin 100 kg N ha<sup>-1</sup> werd toegediend bij poten en waar éénmaal werd bijbemest. De grootte van de bijmestgift werd ook hier bepaald aan de hand van een meting van de gewasreflectie. De stikstof werd gegeven op het moment dat de bedekking van de bodem door het gewas 50% dan wel 90% bedroeg; de streefwaarde voor de N-inhoud van het gewas ( $N_{\text{streefwaarde}}$ ) was 150, 200 of 250 kg N ha<sup>-1</sup>. De aardappelen werden gepoot op 18 april en een tweede keer op 9 mei 2000.

De experimenten in Wageningen werden uitgevoerd op zand. Sommige details zijn beschreven door (Booij and Uenk, 2004; Booij et al., 2001; Jongschaap and Booij, 2004). In alle experimenten werden knollen (35-40 mm) van cultivar Bintje met de hand gepoot in een dichtheid van 44.444 planten ha<sup>-1</sup> (0,75 m tussen de rijen en 0,30 m in de rij). De experimenten werden aangelegd als gewarde blokkenproef met drie herhalingen. De grootte van de veldjes hing af van het aantal tussentijdse oogsten en varieerde van 6 x 4,80 m<sup>2</sup> tot 6 x 12 m<sup>2</sup>. Bemesting (behalve N), irrigatie, en bestrijding van onkruiden, ziekten en plagen vond plaats volgens gangbare praktijk.

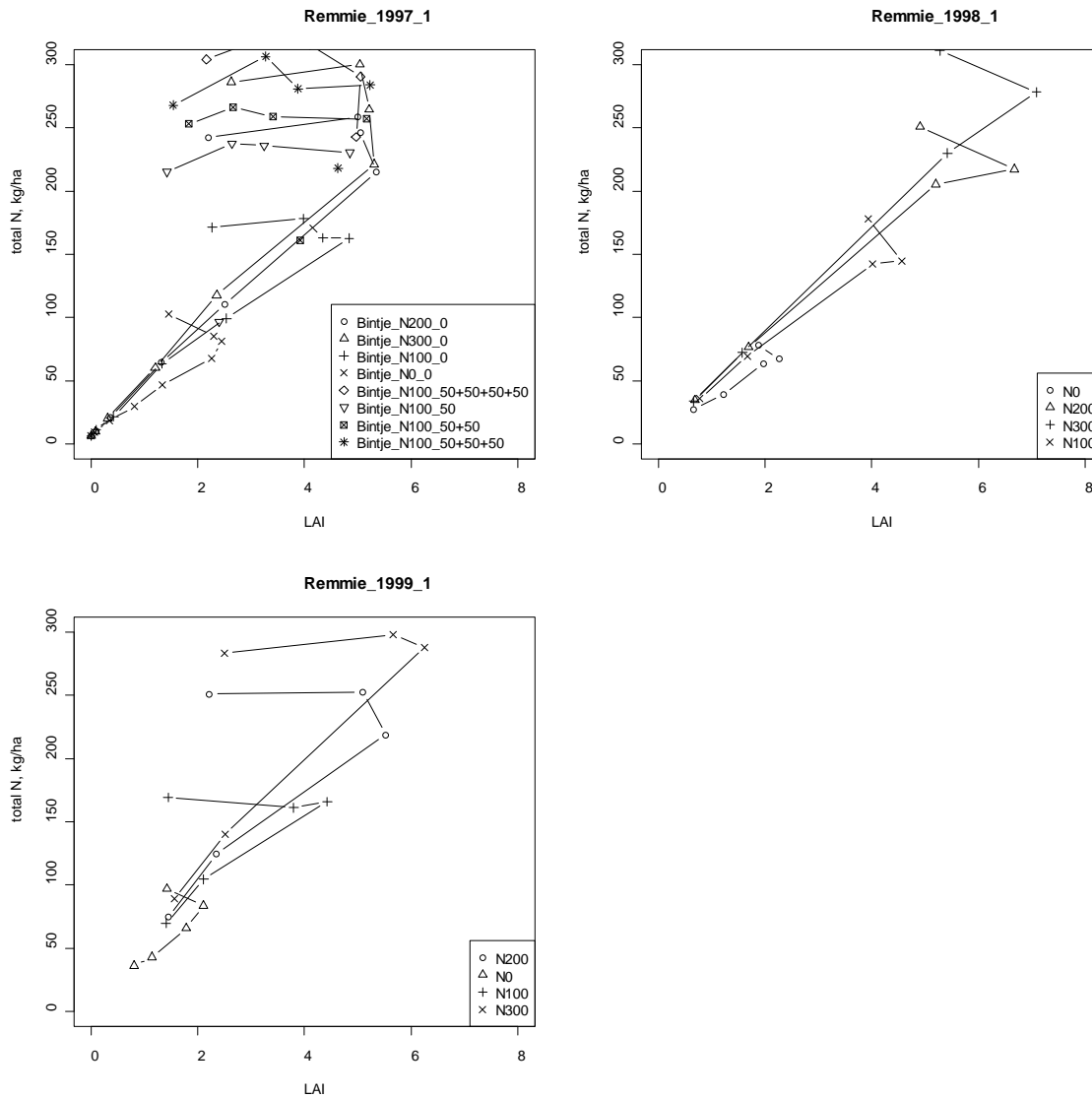
Op gezette tijden na opkomst werd een tussentijdse oogst van 12 planten uitgevoerd. Boven- en ondergrondse delen werden gescheiden en bovengrondse delen werden vervolgens gescheiden in blad en stengel. Vers- en drooggewichten, LAI en N-inhoud van de gewasdelen werden bepaald.

De gewasreflectie werd regelmatig gemeten (in ieder geval voor elke oogst) met een multispectrale reflectiemeter (MSR87, CropScan Inc., Rochester, MN, USA). Dit instrument meet gelijktijdig de hoeveelheid invallend en gereflecteerd licht. De metingen vinden plaats in banden van ongeveer 20 nm breed, met centrale golflengtes van 460, 510, 560, 610, 660, 710, 760 en 810 nm. De meetkop werd op ongeveer 1.5 m boven het gewas gehouden en keek recht naar beneden. De kijkhoek van +/- 28 graden resulteerde in een meting aan ongeveer 0,44 m<sup>2</sup> van het gewas. Op elke meetdag werd ook de reflectie

gemeten van een stuk grond waar geen gewas op stond en dat zorgvuldig vrij van onkruid was gehouden. De reflectie-metingen werden samengevat in de Weighted Difference Vegetation Index (WDVI) (Clevers, 1989):

$$WDVI = R_{v,810} - (R_{s,810}/R_{s,660}) R_{v,660} \quad \text{vg. 2}$$

waar  $R_{v,810}$  = reflectie (0-1) van het gewas bij 810 nm,  $R_{s,810}$  = reflectie van de kale bodem bij 810 nm,  $R_{s,660}$  = reflectie van de kale bodem bij 660 nm, en  $R_{v,660}$  = reflectie van het gewas bij 660 nm. In plaats van reflectie bij 660 nm (rood) wordt er



Figuur 3 Verband tussen LAI en totale N-inhoud van het gewas

hier gebruik gemaakt van reflectie bij 560 nm (groen):

$$WDVI_g = R_{v,810} - (R_{s,810}/R_{s,560}) R_{v,560} \quad \text{vg. 3}$$

waar het subscript van  $WDVI_g$  aangeeft dat gebruik is gemaakt van de groene band.

Een verband tussen  $WDVI_g$  en de bedekking van de bodem door een aardappelgewas wordt gegeven door (Bouman et al., 1992):

$$GC = \begin{cases} 1.966 \cdot WDVI_g, & \text{als } WDVI_g < 29 \\ -8.05 + 2.285 \cdot WDVI_g, & \text{als } WDVI_g \geq 29 \end{cases} \quad \text{vg. 4}$$

waar GC = percentage van de bodem die bedekt wordt door het gewas als er recht naar beneden wordt gekeken.

### 2.2.1.2 Evaluatie van het systeem-Booij

In 2002 en 2003 werden experimenten uitgevoerd waarin het systeem-Booij vergeleken werd met bemesting volgens de Adviesbasis (Tabel 1). De experimenten werden uitgevoerd op proefboerderij "Rusthoeve" in Colijnsplaat en op proefboerderij "Kooijenburg" in Rolde. In deze experimenten werden overigens behalve systeem-Booij ook een aantal andere bijmestsystemen geevalueerd (Slabbekoorn, 2002; Slabbekoorn, 2003; Van Geel et al., 2004); in dit rapport worden alleen de resultaten van bemesting volgens de Adviesbasis en volgens systeem-Booij besproken.

In Colijnsplaat werden de cultivars Agria en Felsina (consumptieaardappelen) geteeld op zware zavel (Slabbekoorn, 2002; Slabbekoorn, 2003). Agria is een middel-vroege tot late cultivar met een relatief geringe N-behoefte. Het gewas werd gepoot met een dichtheid van 45977 planten ha<sup>-1</sup>. Felsina is een middel-vroege cultivar met een hoge N-behoefte (vergelijkbaar met Bintje). Het gewas werd gepoot met een dichtheid van 36.530 planten ha<sup>-1</sup>. Het experiment werd aangelegd als een gewarde blokkenproef met vier herhalingen. De grootte van de veldjes was 6 x 20 m<sup>2</sup>; de geoogste oppervlakte bedroeg 1.5 x 10 m<sup>2</sup>. De gewasreflectie werd gemeten rond gewassluiting. Bemesting (behalve N), irrigatie, en bestrijding van onkruiden, ziekten en plagen vonden plaats volgens gangbare praktijk.

In Rolde werden de cultivars Seresta en Mercator (zetmeelaardappelen) geteeld op zand (Van Geel et al., 2004). Het gewas werd gepoot met een dichtheid van 40.404 planten ha<sup>-1</sup> (0.75 m tussen rijen en 0.33 m in de rij). Het experiment werd aangelegd als een gewarde blokkenproef met vier herhalingen. De grootte van de veldjes was 10 x 3 m<sup>2</sup> bruto, netto 8 x 1.5 m<sup>2</sup>. De gewasreflectie werd frequent gemeten. In 2002 werden 5 tussen-oogsten uitgevoerd in de standaard-behandeling. Bemesting (behalve N), irrigatie, en bestrijding van onkruiden, ziekten en plagen vonden plaats volgens gangbare praktijk.

## 2.2.2 Resultaten

### 2.2.2.1 Ontwikkeling van het systeem-Booij

De snelheid waarmee de LAI toenam was in alle experimenten sterk afhankelijk van de toegediende hoeveelheid N (Figuur 2). De opname van stikstof was eveneens sterk afhankelijk van de toegediende hoeveelheid N (Figuur 4). Er werd een rechtlijnig verband waargenomen tussen de N-inhoud (bovengronds en ondergronds) van het gewas en LAI, tot het moment waarop de maximale LAI werd bereikt (Figuur 3). De helling van deze lijn was hetzelfde in alle behandelingen, ongeacht de hoeveelheid N die het gewas toegediend kreeg; de helling was hetzelfde in de verschillende jaren. Dit is in overeenstemming met de observatie dat aardappelen minder bladoppervlak aanmaken als er gebrek is aan N (Vos, 2009).

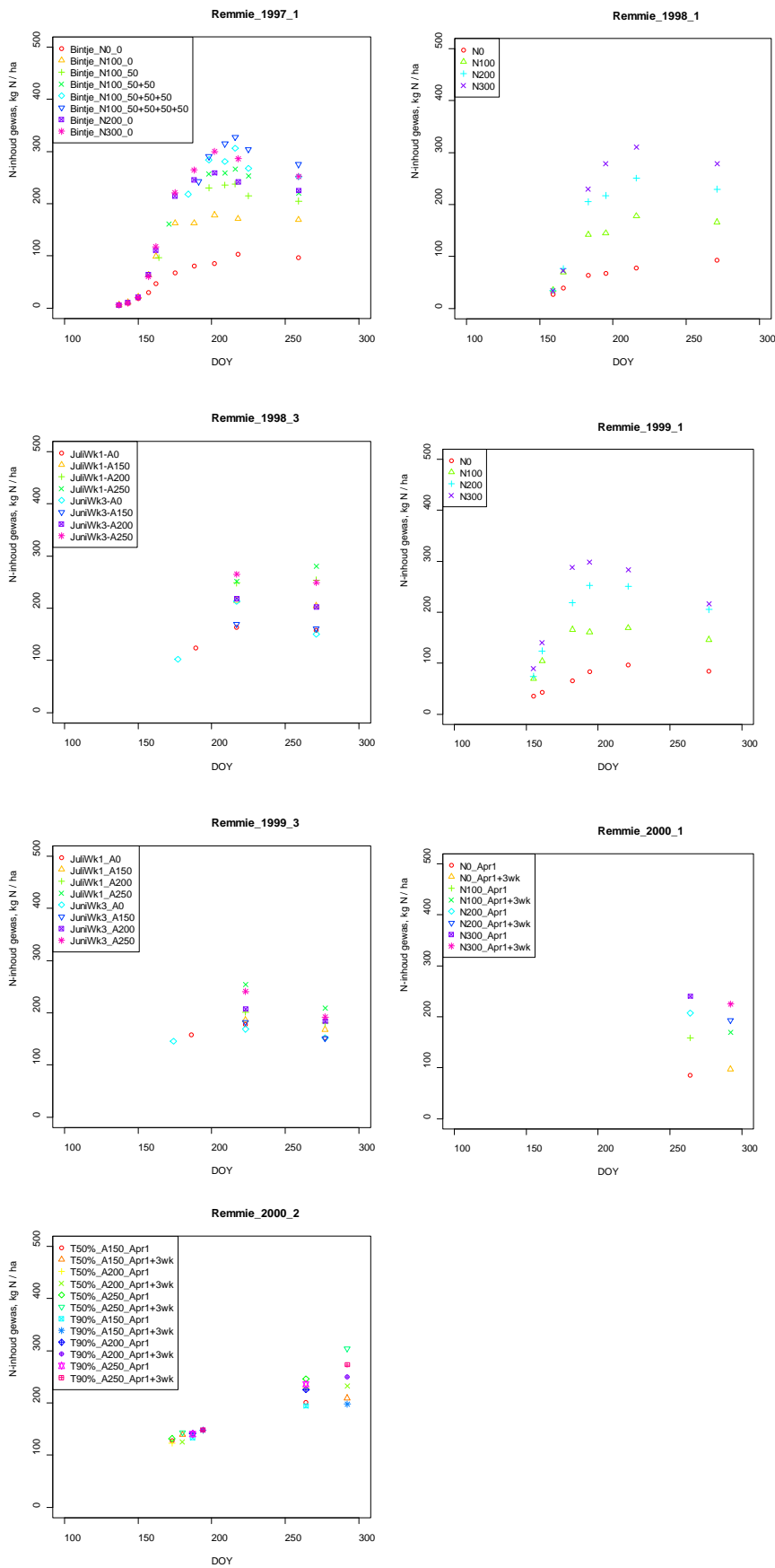
De reflectie-index  $WDVI$  nam snel toe vanaf opkomst tot een maximum na ongeveer 6-8 weken na opkomst. Vanaf dat moment nam de  $WDVI$  weer af tot de oogst. Het verloop van de  $WDVI$  in de tijd werd sterk beïnvloed door de beschikbaarheid van N (Figuur 6).

Het verband tussen  $WDVI$  en totale N-inhoud van het gewas wordt gegeven in Figuur 7a. De gebroken lijn in deze Figuur werd ontwikkeld door Booij in 1998 en werd gebruikt om bijmestgiften te bepalen in dat jaar en in de volgende jaren. Deze lijn werd op het oog getrokken en geeft een behoudende schatting van de N-inhoud van het gewas.

In Figuur 7b wordt het verband gegeven tussen  $WDVI$  en N-inhoud van het loof. Dit verband lijkt sterk op het verband in Figuur 7a, omdat in het begin van de groeiperiode, tot een  $WDVI$  van ongeveer 40, de verhouding tussen totale N en bovengrondse N vrijwel constant is en niet verschilt tussen jaren (Figuur 5). Wanneer de knolgroei begint, verandert het verband.

In de meeste experimenten werd de knolopbrengst beïnvloed door de hoeveelheid toegediende N en de wijze van toedienen.

In 1997 waren er geen significante verschillen in knolopbrengst tussen de behandelingen waarbij alle N bij poten werd toegediend. Wel was er een verschil met de behandeling waarin geen N werd toegediend (Tabel 3). Hoewel statistisch niet significant, lijkt het er toch op dat de opbrengst toenam naarmate er meer N toegediend werd: een kwadratische responscurve laat zien dat de maximale opbrengst 68.727 kg ha<sup>-1</sup> bedroeg, bij een N-gift van 232 kg N ha<sup>-1</sup> ( $r^2 = 0,80$ ).



Figuur 4 Verloop van de N-inhoud van het gewas in de tijd. Op de horizontale as staat het aantal dagen sinds 1 januari ("day-of-year")

In 1997 leidde bijmesten tot een hogere opbrengst (Tabel 3) maar niet alle verschillen tussen behandelingen waren significant. De opbrengst in de behandeling waar 100 kg N ha<sup>-1</sup> werd gegeven bij poten en waar 50 kg N ha<sup>-1</sup> bijbemest werd (dus totaal 150 kg N ha<sup>-1</sup>), verschilde niet significant van de opbrengst in de behandeling waar alleen 300 kg N ha<sup>-1</sup> werd gegeven bij poten. Deze beide behandelingen hadden echter wel een significant lagere opbrengst dan de behandeling waar 100 kg N ha<sup>-1</sup> werd gegeven bij poten en waar driemaal 50 kg N ha<sup>-1</sup> bijbemest werd (dus totaal 250 kg N ha<sup>-1</sup>). Dit is een indicatie dat het delen van de N-gift heeft geleid tot een hogere benutting van de toegediende N. Een vergelijkbaar resultaat werd gevonden door (Vos, 1999).

In 1998 nam de knolopbrengst sterk toe naarmate de hoeveelheid bij poten toegediende N groter was (

Tabel 4). Het fitten van een kwadratische responscurve laat zien dat toediening van 300 kg N ha<sup>-1</sup> bij poten onvoldoende was om de maximale opbrengst te bereiken. In overeenstemming hiermee reageerde het gewas ook sterk op bijmesten: zowel het moment van bijmesten als de hoeveelheid bijmest-stikstof hadden een zeer significant ( $P < 0.01$ ) effect op opbrengst (

Tabel 5). Bijmest-giften resulteerden in hogere opbrengsten, tot en met de behandeling waarin de streefwaarde ( $N_{\text{streefwaarde}}$  in vergelijking 1) 250 kg N ha<sup>-1</sup> was. Dit gold zowel voor bijmesten in de laatste week van juni (totale N-gift: 220 kg N ha<sup>-1</sup>) als voor bijmesten in de eerste week van juli (totale N-gift: 206 kg N ha<sup>-1</sup>). Dit latere tijdstip van bijmesten was nog op tijd om opbrengstverlies te voorkomen. Dit is in overeenstemming met de bevinding dat bijmesten tot 60 dagen na opkomst plaats kan vinden zonder nadelig effect op de opbrengst (Vos, 1999).

In de bijmest-behandelingen nam de WDWI na eind juni eerst enigszins af, om daarna weer toe te nemen (Figuur 6). Er zijn geen metingen beschikbaar die uit kunnen wijzen of de afname van de WDWI te wijten is aan een afname van de hoeveelheid loof en de N-inhoud van het loof, of dat het verband tussen N-inhoud van het gewas en WDWI in dit experiment niet constant was. Echter, het verloop van de WDWI in het N-trappenexperiment liet hetzelfde patroon van afname en toename zien; uit destructieve bepalingen in het N-trappen experiment kan worden opgemaakt dat translocatie van bovengrondse- naar ondergrondse delen plaatsvond in deze periode (Figuur 5). Het is ook aannemelijk dat het loof enigszins is ingezakt in deze periode wat geleid kan hebben tot een ander verband tussen N-inhoud van het gewas en WDWI. Maar of er nu translocatie heeft plaatsgevonden, of dat het loof ingezakt is, het is in ieder geval niet waarschijnlijk dat de N-inhoud van het gewas is afgenomen in deze periode. Door de bijmestgift te baseren op een N-inhoud van het gewas die ongeveer 30 kg N ha<sup>-1</sup> lager was dan de werkelijke N-inhoud van het gewas, waren de bijmest-giften 30 kg N ha<sup>-1</sup> hoger dan de bedoeling was. De effectieve streefwaarde die in 1998 werd gebruikt kan daarom geschat worden op 280 kg N ha<sup>-1</sup>.

In 1999 werd de hoogste knolopbrengst bereikt in de behandeling waar 200 kg N ha<sup>-1</sup> werd toegediend bij poten (Tabel 6). Een kwadratische N-response curve laat zien dat de maximale opbrengst zou zijn behaald bij een gift van 224 kg N ha<sup>-1</sup> bij poten.

Bijmesten op basis van een streefwaarde voor de N-inhoud van het gewas van 200 kg N ha<sup>-1</sup> leidde tot dezelfde opbrengst als bijmesten op basis van een streefwaarde van 250 kg N ha<sup>-1</sup>

Tabel 7. Het moment van bijmesten leverde geen significante verschillen in opbrengst op. Bijmesten in de derde week van juni op basis van een streefwaarde van 200 kg N ha<sup>-1</sup> leidde tot een totale N-gift van 130 kg N ha<sup>-1</sup>. Bijmesten in de eerste week van juli op basis van dezelfde streefwaarde leidde tot een totale N-gift van 198 kg N ha<sup>-1</sup>. De opbrengsten die in deze bijmestbehandelingen werden behaald, waren hetzelfde als de opbrengst in de behandeling waar alleen 200 kg N ha<sup>-1</sup> bij poten werd toegediend. Het vroegere bijmestmoment resulteerde dus in een besparing van N zonder een vermindering van de opbrengst. Ook in 1999 was het gewas tegen de tijd van bijmesten iets ingezakt (maar minder dan in 1998 het geval was). Door een onderschatting van de N-inhoud van het gewas zijn de bijmestgiften wellicht 10-20 kg N ha<sup>-1</sup> hoger geweest dan de bedoeling was.

In 2000 bereikte de knolopbrengst in het N-trappenexperiment dat op 1 april werd gepoot, een plafond. Een kwadratische N-response curve liet zien dat de hoogste opbrengst behaald zou zijn bij een N-gift van 226 kg N ha<sup>-1</sup>. In het experiment dat in de laatste week van april werd gepoot, werd geen opbrengst-plafond waargenomen. De opbrengsten bij deze tweede pootdatum waren stelselmatig hoger dan bij de eerdere pootdatum.

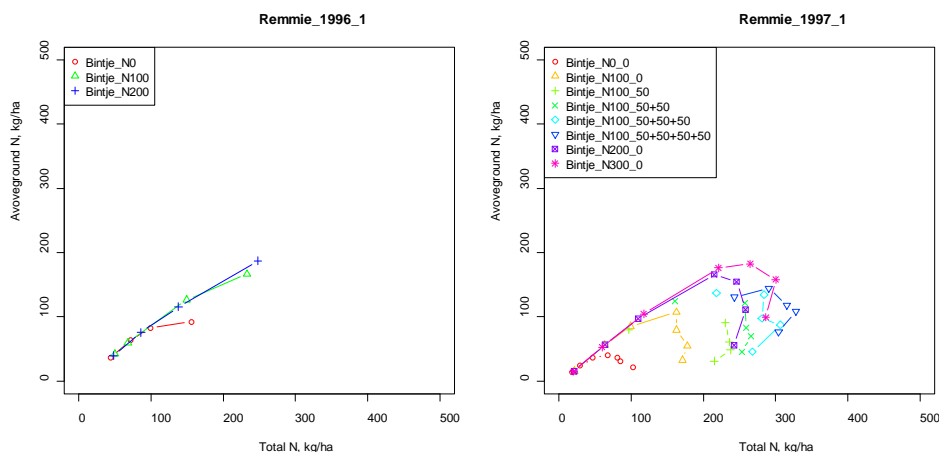
Voor de pootdatum 1 april 2000 werd geen effect gevonden van tijdstip van bijmesten of van de hoogte van de bijmestgift (Tabel 8).

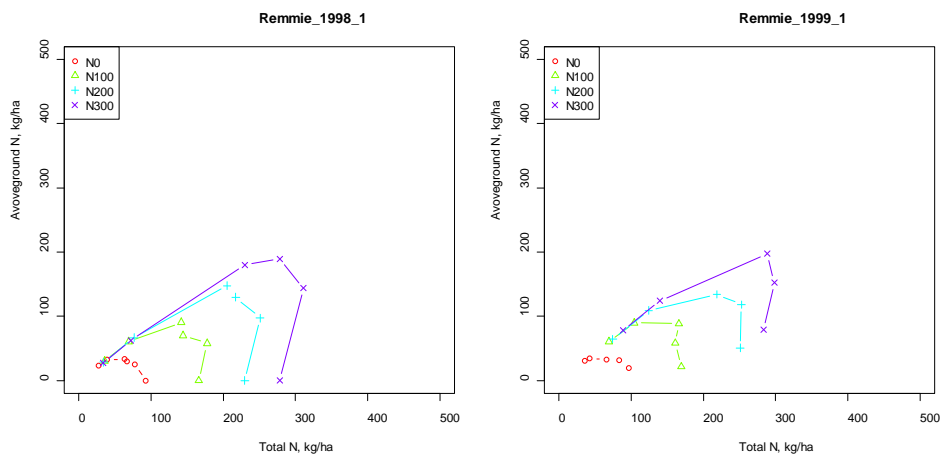
De hoogste opbrengst voor de pootdatum 21 april 2000 werd bereikt met bijmesten op basis van een streefwaarde van 250 kg N ha<sup>-1</sup> (totale gift: 238-255 kg N ha<sup>-1</sup>), zowel voor bijmesten bij 50% bedekking van de bodem door het gewas en voor bijmesten bij 90% bodembedekking. Opvallend was dat bijmesten op basis van een streefwaarde van 200 kg N ha<sup>-1</sup> een hogere opbrengst gaf (hoewel niet significant) dan toediening van alleen 300 kg N ha<sup>-1</sup> bij poten; dit was het geval zowel voor bijmesten bij 50% bodembedekking (100 kg N ha<sup>-1</sup> bij poten en een bijmestgift van 105 kg N ha<sup>-1</sup>) als voor bijmesten bij 90% bodembedekking (100 kg N ha<sup>-1</sup> bij poten en een bijmestgift van 88 kg N ha<sup>-1</sup>).

De hierboven beschreven experimenten werden vrijwel elk jaar net iets anders uitgevoerd waardoor het lastig is om de resultaten eenduidig samen te vatten. Daarbij komt dat de aardappelen niet in alle jaren even sterk reageerden op de toediening van N. Tenslotte is er in deze experimenten sprake van een vrij grote statistische variatie. Dit alles maakt het trekken van conclusies uit deze experimenten minder eenduidig dan idealiter het geval zou zijn. Echter, door de resultaten van vier jaren experimenten tegelijkertijd te beschouwen, is het toch mogelijk om conclusies te trekken.

In het begin van dit hoofdstuk is gesteld dat er drie vragen beantwoord moeten worden, nl. (1) kan de N-inhoud van een aardappelgewas bepaald worden via meting van de reflectie van het gewas, (2) wanneer moet er bijbemest worden, en (3) hoeveel moet er bijbemest worden.

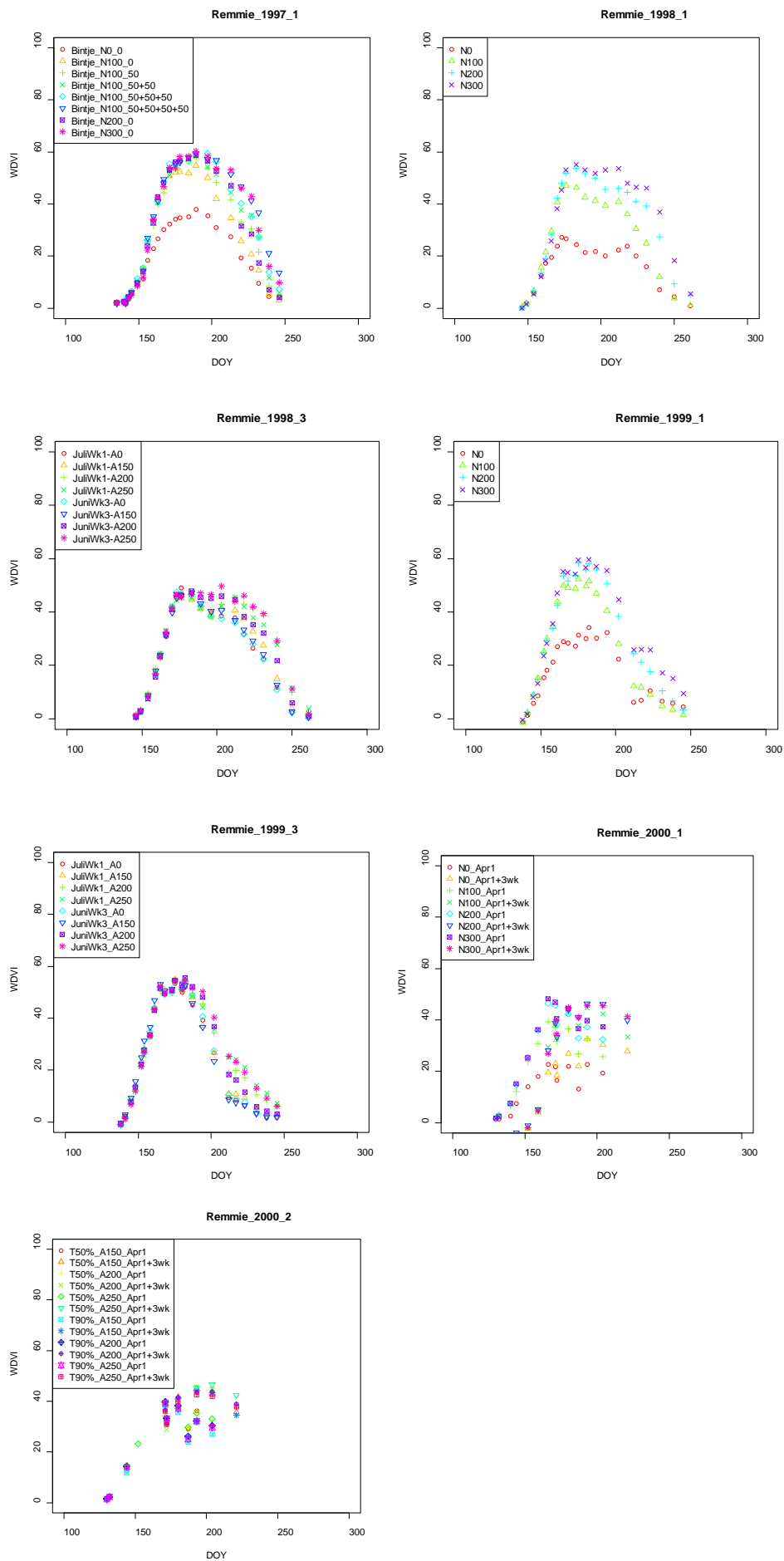
Met betrekking tot de eerste vraag is het duidelijk dat de N-inhoud van een gewas Bintje op zand



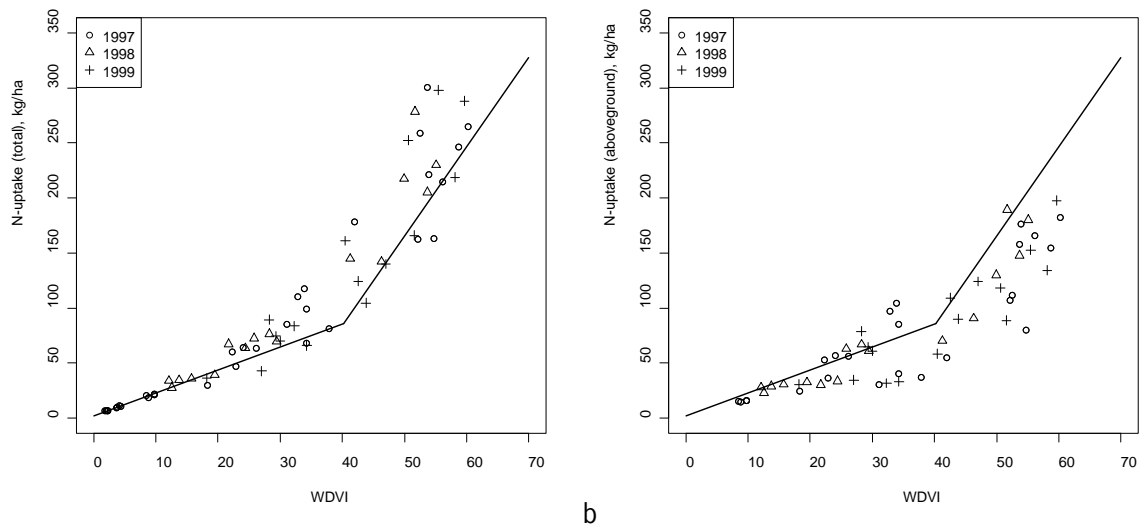


*Figuur 5 Verband tussen totale en bovengrondse N-inhoud van het gewas.*





Figuur 6 Verloop van WVDI in de tijd. Op de horizontale as staat het aantal dagen sinds 1 januari ("day-of-year").



*Figuur 7 Verband tussen WDWI en N-inhoud. (a) Totale N. (b) Bovengrondse N.*

goed bepaald kan worden met een meting van de gewasreflectie en het in Figuur 7 weergegeven verband tussen WdVI en N-inhoud.

Met betrekking tot het moment van bijmesten kan worden opgemerkt dat er in de praktijk vaak al eind mei of begin juni wordt bijbemest. Echter, de N-opname curves in Figuur 2 laten zien dat er op dat vroege tijdstip vaak nog nauwelijks een verschil in N-inhoud bestaat tussen onvoldoende bemeste en ruim bemeste behandelingen. Om in het gewas te kunnen zien dat er te weinig N geleverd wordt uit de bodem, zal dus in ieder geval langer gewacht moeten worden dan tot begin juni. De vraag wordt dan hoe lang bijmesten uitgesteld kan worden voordat er een achterstand in gewasgroei optreedt die niet meer ingehaald kan worden met bijmesten. Uit de hier beschreven experimenten valt af te leiden dat uitstellen van bijmesten tot de eerste week van juli niet tot opbrengstvermindering hoeft te leiden (mits de basisgift niet te krap wordt genomen). Dit moment komt nagenoeg overeen met volledige bedekking van de bodem.

In de hier beschreven experimenten werd de grootte van de bijmestgift steeds afhankelijk gesteld van de hoeveelheid N die het gewas op het moment van bijmesten al heeft opgenomen. De resultaten kunnen worden samengevat door te zeggen dat een streefwaarde van 250 kg N ha<sup>-1</sup> voldoende is om een knolopbrengst te halen die niet minder is dan de opbrengst die zou zijn behaald bij bemesting volgens de Adviesbasis.

Toepassen van systeem-Booij leidt tot een besparing op de toegediende N zonder dat de opbrengst verminderd wordt. De daadwerkelijke besparing op toegediende N is afhankelijk van mineralisatie, uitspoeling, en de ontwikkeling van het gewas, en zal dus niet ieder jaar even groot zijn. In het onderstaande wordt voor de vier jaren experimenten nagegaan of toepassing van het systeem-Booij inderdaad, zonder opbrengstvermindering, tot N-besparing zou hebben geleid.

De Adviesbasis (Van Dijk and Van Geel, 2010) gaat voor Bintje op zand uit van het volgende:

$$N\text{-gift} = 300 - 1,8 \cdot N_{\min} \quad \text{vg. 5}$$

waarbij N-gift = toediening N (kg ha<sup>-1</sup>) bij poten, en N<sub>min</sub> = hoeveelheid minerale N (kg ha<sup>-1</sup>) in het voorjaar in de bovenste 30 cm van de bodem. N<sub>min</sub> is niet ieder jaar gemeten, maar 20 kg N ha<sup>-1</sup> is een goede aanname. Bij bemesting volgens de Adviesbasis zou in de hier beschreven experimenten bij poten 300 - 1,8 \* 20 = 264 kg N ha<sup>-1</sup> zijn toegediend.

In 1997, het eerste jaar van de experimenten, is het systeem-Booij nog niet toegepast. Echter, de behandeling die 100 kg N ha<sup>-1</sup> bij poten kreeg, had op 1 juli 155 kg N ha<sup>-1</sup> opgenomen en zou dus een bijmestgift van 45 kg N ha<sup>-1</sup> hebben gekregen, vergelijkbaar dus met de behandeling die bij poten 100 kg N ha<sup>-1</sup> en een bijmestgift van 50 kg N ha<sup>-1</sup> kreeg. In het bovenstaande hebben we al gezien dat de opbrengst in deze laatste behandeling niet verschilde van de opbrengst in de behandeling die 300 kg N ha<sup>-1</sup> kreeg. Toepassen van systeem-Booij in dit jaar zou dus de opbrengst niet aangetast hebben t.o.v. bemesting volgens de Adviesbasis, terwijl er 264 - 155 = 109 kg N ha<sup>-1</sup> bespaard zou zijn.

In het experiment van 1998 kunnen we de behandeling waarin eind juni is bijbemest beschouwen als een implementatie van systeem-Booij. In deze behandeling was de opbrengst wederom niet verschillend t.o.v. de Adviesbasis, terwijl er 264 - 220 = 44 kg N ha<sup>-1</sup> bespaard werd. Iets langer wachten met bijmesten, tot begin juli, zou ook toegestaan zijn onder systeem-Booij. Ook in dat geval zou de opbrengst niet verschillend hebben t.o.v. de Adviesbasis en er zou 264 - 254 = 10 kg N ha<sup>-1</sup> bespaard zijn.

Op dezelfde wijze als hierboven, zou systeem-Booij in 1999 met behoud van opbrengst tot een besparing van N hebben geleid. Met bijmesten eind juni zou de besparing 264 - 178 = 86 kg N ha<sup>-1</sup> zijn geweest; met bijmesten begin juli zou er 264 - 198 = 66 kg N ha<sup>-1</sup> bespaard zijn.

Ook in 2000 zou systeem-Booij zonder de opbrengst aan te tasten, N bespaard hebben, zij het minder dan in de andere jaren. Bijmesten bij 90% bodembedekking resulteerde een totale N-toediening van 238 kg N ha<sup>-1</sup> en daarmee tot een besparing van 264 - 238 = 26 kg N ha<sup>-1</sup>.

volgens Adviesbasis.

### 2.2.2.2 Evaluatie van het systeem-Booij

Systeem-Booij werd in 2002 en 2003 getest in consumptieaardappel op een kleigrond te Colijnsplaat (Zeeland) en in zetmeelaardappel op een zandgrond te Rolde (Drenthe). Op beide locaties werden meerdere N-bijmestsystemen vergeleken bij twee rassen. Ook was een reeks vaste N-trappen aangelegd om (achteraf) de daadwerkelijk optimale N-gift onder de gegeven groeiomstandigheden te kunnen afleiden. De streefwaarde voor de N-inhoud van de consumptie-aardappelen in Colijnsplaat werd gesteld  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$  (dus aan de ondergrens van wat hierboven

werd afgeleid). De N-behoefte van zetmeelaardappelen is lager dan de N-behoefte van consumptie-aardappelen, en het is te verwachten dat de streefwaarde voor de N-inhoud van zetmeel-aardappelen ook is. Echter, de hier beschreven experimenten geven geen indicatie over hoeveel lager de streefwaarde zou moeten zijn. Ten behoeve van deze evaluatie is een inschatting gemaakt en werd de streefwaarde voor de N-inhoud van de zetmeelaardappelen in Rolde gesteld op  $175 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

In Colijnsplaat werd op 4 maart 2002 een hoeveelheid  $N_{\min}$  gemeten van  $35.4 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Vóór de winter was een bladrammenasgroenbemester ondergewerkt. Volgens de N-bemestingsrichtlijn moest Agria bemest worden met  $220 - 1,1 * 35,4 = 181 \text{ kg N ha}^{-1}$  en moest Felsina bemest worden met  $305 - 1,1 * 35,4 = 266 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Volgens de Adviesbasis bemesting komt bij kruisbloemige groenbemers die voor de winter afsterven of worden ondergewerkt, alle stikstof al in de winterperiode vrij. Wat daarvan overblijft, wordt teruggevonden in het Nmin-monster na de winter. In te proef te Colijnsplaat is wel rekening gehouden met een nalevering uit de bladrammenas à  $47 \text{ kg N/ha}$  en deze is op de adviesgift in mindering gebracht, resulterend in berekende giften van  $134 \text{ kg N/ha}$  voor Agria en  $219 \text{ kg N/ha}$  voor Felsina. Er werd gestart met basisgiften bij poten van  $80 \text{ kg N per ha}$  voor Agria en  $131 \text{ kg N per ha}$  voor Felsina.

In Colijnsplaat werd op 27 maart 2003 een hoeveelheid  $N_{\min}$  gemeten van  $46 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Hiermee kwam de richtlijn voor Agria op  $220 - 1,1 * 46 = 169 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Voor Felsina werd op basis van het resultaat in 2002 een adviesgift van 285 in plaats van  $305 \text{ kg N ha}^{-1}$  aangehouden, zodat de richtlijn uitkwam op  $285 - 1,1 * 46 = 234 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Er werd gestart met basisgiften bij poten van  $102 \text{ kg N per ha}$  voor Agria en  $141 \text{ kg N per ha}$  voor Felsina.

Opbrengsten in Colijnsplaat voor allebei de jaren worden gegeven in Tabel 9. In 2002 was voor beide cultivars de opbrengst die behaald werd met het systeem-Booij alsook met aardappelmonitoring niet significant verschillend van de opbrengst die behaald werd in de volgens de advies bemeste behandeling. Systeem-Booij adviseerde bij zowel Agria als Felsina om de bijmestgift achterwege te laten. De totale hoeveelheden toegediende N waren dus 80 respectievelijk  $131 \text{ kg N ha}^{-1}$ : een besparing van 101 respectievelijk  $135 \text{ kg N per ha}$  ten opzichte van de N-bemestingsrichtlijn. Bij aardappelmonitoring is totaal  $70 \text{ kg N per ha}$  bijbemest bij Agria en  $0 \text{ kg N per ha}$  bij Felsina, resulterend in totale N-giften van 150 respectievelijk  $131 \text{ kg N per ha}$ . De uit de N-trappen afgeleide economische, optimale N-gift bedroeg  $100 \text{ kg N per ha}$  voor Agria en  $175 \text{ kg N per ha}$  voor Felsina.

In 2003 was de opbrengst van Agria met systeem-Booij lager dan de opbrengst in de volgens de richtlijn bemeste behandeling. Dit ondanks het feit dat de hoeveelheid toegediende N in beide behandelingen vergelijkbaar was, namelijk  $170 \text{ kg N ha}^{-1}$  volgens de richtlijn en  $162 \text{ kg N ha}^{-1}$  volgens systeem-Booij. Het opbrengstverschil kan waarschijnlijk verklaard worden door het tijdstip van bijmesten. In de volgens de richtlijn bemeste behandeling werd de bijmestgift gegeven op 3 juni, terwijl volgens het systeem-Booij gewacht moet worden tot de bodembedekking minimaal 90% bedraagt en de bijmestgift pas werd toegediend op 10 juli. De opbrengst van Felsina verschilde niet significant tussen de richtlijn en systeem-Booij. De totale hoeveelheid toegediende N bedroeg  $176 \text{ kg N ha}^{-1}$  bij systeem-Booij en  $235 \text{ kg N ha}^{-1}$  bij bemesting volgens de richtlijn. Bij aardappelmonitoring is totaal  $142 \text{ kg N per ha}$  bemest bij Agria en  $191 \text{ kg N per ha}$  bij Felsina. De opbrengst verschilde niet significant van die bij de richtlijn. De uit de N-trappen afgeleide economische, optimale N-gift bedroeg  $>254 \text{ kg N per ha}$  voor Agria en  $>352 \text{ kg N per ha}$  voor Felsina.

In Rolde werden de volgende resultaten behaald. Volgens de richtlijn zou Seresta  $250 \text{ kg N ha}^{-1}$  moeten krijgen en Mercator  $185 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Echter, in 2002 moest rekening worden gehouden met een mineralisatie van  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$  uit ondergewerkt bietenblad, zodat het advies voor Seresta  $220 \text{ kg N ha}^{-1}$  bedroeg en voor Mercator  $155 \text{ kg N ha}^{-1}$ . In 2003 bedroeg het advies  $250 \text{ kg N ha}^{-1}$  voor Seresta en  $185 \text{ kg N ha}^{-1}$  voor Mercator.

Er werd in 2002 gestart met basisgift bij poten van  $150 \text{ kg N per ha}$  voor Seresta en  $120 \text{ kg N per ha}$  voor Mercator. In 2003 werden deze verlaagd naar respectievelijk 115 en  $90 \text{ kg N per ha}$ . Systeem Booij

adviseerde in 2002 bijmestgiften van 30 kg N per ha voor Seresta en 20 kg N per ha voor Mercator, resulterend in totale N-giften van 180 respectievelijk 140 kg N per ha. Aardappelmonitoring adviseerde voor beide rassen om niet bij te bemesten. De afgeleide optimale N-gift bedroeg 180 kg N per ha voor Seresta en 60 kg N per ha voor Mercator. In 2003 adviseerde systeem Booij voor beide rassen 70 kg N per ha bij te bemesten, resulterend in totale N-giften van 185 respectievelijk 160 kg N per ha. Bij aardappelmonitoring werd eveneens 70 kg N per ha bijbemest bij Mercator en 50 kg N per ha bij Seresta. De afgeleide optimale N-gift bedroeg 262 kg N per ha voor Seresta. Voor Mercator kon geen optimale gift worden afgeleid.

Opbrengsten in Rolde worden gegeven in

Tabel 10. Opbrengsten met systeem-Booij waren hetzelfde of hoger dan met de richtlijn. De opbrengst bij aardappelmonitoring verschilde in 2003 en bij Mercator in 2002 niet significant van die bij systeem Booij; in 2002 bij Seresta was deze significant lager dan bij systeem Booij.

Als de resultaten van Colijnsplaat en Rolde samengevat worden, dan blijkt systeem-Booij vrijwel altijd een besparing van N op te leveren ten opzichte van de richtlijn. Slechts in een enkel geval gaat dit gepaard met opbrengstvermindering ten opzichte van de richtlijn. Dit enkele geval is Agria in Colijnsplaat 2003.

Tussen systeem Booij of aardappelmonitoring was er qua N-besparing en nauwkeurigheid van het advies over het geheel gezien geen duidelijk verschil. De ene keer zat het advies van systeem Booij het dichtst bij de afgeleide optimale N-gift en de andere keer het advies van aardappelmonitoring. Opmerkelijk is wel dat in die gevallen dat de afgeleide optimale N-gift hoger was dan de N-gift volgens de richtlijn, de bijmestsystemen dit niet aangaven.

In de hier beschreven evaluaties is een streefwaarde voor de N-inhoud van het gewas gebruikt van 175 kg N ha<sup>-1</sup> voor zetmeel-aardappelen en 200 kg N ha<sup>-1</sup> voor consumptie-aardappelen. De waarde voor zetmeel-aardappelen lijkt goed te zijn gekozen. Voor consumptie-aardappelen lijkt het de moeite waard een iets hogere streefwaarde te overwegen.

### 2.2.3 Conclusie en discussie

In de inleiding zijn drie vragen gesteld: kan de N-inhoud van een aardappelgewas bepaald worden met een meting van de gewasreflectie; op welk moment in het groeiseizoen moet er gemeten worden; en hoeveel moet er bijbemest worden?

Ten aanzien van de eerste vraag luidt het antwoord dat de N-inhoud van een aardappelgewas inderdaad nauwkeurig bepaald worden met een reflectiemeting.

Ten aanzien van de tweede vraag kan worden opgemerkt dat de proeven van Booij duidelijk laten zien dat wachten tot de bodembedekking minimaal 90% bedraagt, niet in een lagere opbrengst resulteert (maar wel in een lager N gebruik). Dit beeld wordt bevestigd in de evaluaties van Van Geel en van Slabbekoorn. Het antwoord op de tweede vraag is dus dat pas bijbemest moet worden op het moment dat het gewas bijna gesloten is.

In het stroomschema van systeem-Booij (Figuur 1) wordt gemeld dat bijmesten plaats moet vinden tussen 1 en 15 juli. Het is niet duidelijk op grond van welke metingen of welke overwegingen deze stap in het stroomschema terecht is gekomen. Een vereenvoudiging van het stroomschema, waarbij deze stap wordt weggelaten, lijkt gerechtvaardigd. Bijmesten zou dan plaats kunnen vinden zodra de bedekking van de bodem minimaal 90% bedraagt.

Ten aanzien van de derde vraag luidt het antwoord dat de grootte van de bijmestgift bepaald kan worden door een streefwaarde voor de N-inhoud te verminderen met de gemeten N-inhoud. Die streefwaarde is in ieder geval afhankelijk van het gebruikstype van de aardappelen.

In het stroomschema van systeem-Booij wordt gemeld dat als de geadviseerde bijmestgift groter is dan 60 kg N ha<sup>-1</sup>, er sprake is van bijzondere omstandigheden en de teler naar eigen inzicht moet handelen. Het is niet duidelijk op grond waarvan deze grens is gesteld. Natuurlijk is het aan te raden om het advies van een geautomatiseerd systeem kritisch te bekijken en er zondig van af te wijken. Maar dat geldt dan voor alle door het systeem gegenereerde adviezen – niet alleen voor adviezen groter dan 60 kg N ha<sup>-1</sup>.

Systeem-Booij doet qua nauwkeurigheid niet onder voor aardappelmonitoring in aardappel. Een belangrijk voordeel van systeem-Booij ten opzichte van andere N-bijmestsystemen voor aardappelen is dat er geen bemonstering hoeft te worden gedaan van de bodem of het gewas, wat een flinke arbeidsbesparing oplevert. Verder is de methode veel sneller: er kan ter plekke een bijmestgift worden berekend. Daardoor is de methode zeer geschikt voor plaats-specifieke bijbemesting op een perceel.

Met het systeem-Booij in aardappel kan momenteel pas een bijmestadvies worden gegeven bij volledige grondbedekking door het gewas (eind juni-begin juli). Om het risico te vermijden dat er in juni een N-tekort optreedt, moet dan een voldoende grote N-gift aan de basis worden gegeven: zeker 75% à 80% van de adviesgift volgens de N-bemestingsrichtlijn. In sommige gevallen echter (percelen en/of jaren), is een lagere totale N-gift (60%-70% van de adviesgift) al voldoende voor een optimaal gewas. In zo'n geval blijft er bij hantering van de CropScan-methode nog een stuk potentiële besparing liggen. Indien al in een eerder stadium (vanaf begin juni) betrouwbare informatie wordt verkregen, omtrent de stikstofstatus van het

gewas, kan de basisgift stikstof worden verlaagd. Men kan dan immers eerder ingrijpen indien dat nodig is. In andere gevallen wordt soms geen volledige grondbedekking behaald en kan de CropScan-methode geen betrouwbaar bijmestadvies genereren. Een verbeterpunt van de methode is dus het genereren van een bijmestadvies eerder in het groeiseizoen bij onvolledige grondbedekking.

Tabel 2 **Tijdstip en hoeveelheid stikstof bemesting (kg N ha<sup>-1</sup>) in verschillen de proeven in 1997,1998, 1999 en 2000**

Jaar/ proef	object	N bem	Tijdstippen en bijmestgiften				N gift	Jaar/ proef	object	N bem	Tijdstip en N bijmest		N gift
			1	2	3	4					Totaal	1	
1997	object	basis	1	2	3	4	Totaal	2000	object	basis	1	2	Totaal
<b>Proef 1</b>	N1	0					0			21/4	22 en 27/6	6/7 en 13/7	
	N2	100					100	<b>Proef 1a</b>	N1	100	66		166
	N3	200					200		N2	100	116		216
	N4	300					300		N3	100	156		256
	N2+1	100	50				150		N1	100		45	145
	N2+2	100	50	50			200		N2	100		95	195
	N2+3	100	50	50	50		250		N3	100		145	245
	N2+4	100	50	50	50	50	300	<b>Proef 1b</b>		11/5	29/6 en 5/7	13/7 en 20/7	
1998		14/5							N1	0			0
<b>Proef 1</b>	N1	0					0		N2	100			100
	N2	100					100		N3	200			200
	N3	200					200		N4	300			300
	N4	300					300		N1	100	55		155
		13/5	26/6						N2	100	105		205
<b>Proef 3</b>	N1	100	0				0		N3	100	155		255
T1	N2	100	15				115		N1	100		39	139
	N3	100	65				165		N2	100		88	188
	N4	100	120				220		N3	100		138	238
<b>Proef 3</b>			7/9										
T2	N1	100	0				100						
	N2	100	54				154						
	N3	100	106				206						
1999													
<b>Proef 1</b>	N1	0					0						
	N2	100					100						
	N3	200					200						
	N4	300					300						
1999		05-03	23/6	7/7									
<b>Proef 3</b>	N1	100	0				100						
	N2	100	0				100						
	N3	100	30				130						
	N4	100	78				178						
	N1	100		0			0						
	N2	100		0			0						
	N3	100		37			137						
	N4	100		98			198						

Tabel 3 **Proef 1997 knolopbrengsten van aardappel bij verschillende niveaus van N-bemesting en deling van de N-gift**

Behandeling	Knolopbrengst, ton/ha
N0_0	49,2 a . . .
N100_0	64,2 . b . .
N200_0	66,8 . b . .
N300_0	67,6 . b c .
N100_50	68,3 . b c .
N100_50+50	67,2 . b c .
N100_50+50+50	71,7 . . c d
N100_50+50+50+50	73,5 . . . d

LSD (Fisher's two-sided test at P=0.05) = 4,80 ton/ha

Tabel 4. **Proef 1998-1 knolopbrengsten van aardappel bij verschillende niveaus van N-bemesting**

Behandeling	Knolopbrengst, t ha <sup>-1</sup>
N0	46,3 a . .
N100	62,6 . b .
N200	70,2 . b .
N300	79,1 . . c

LSD (Fisher's two-sided test at P=0.05) = 6,48 t/ ha

Tabel 5 **Proef 1998-3 Knolopbrengst (ton/ha) in afhankelijkheid van het moment van bijmesten en de toegepaste streefwaarde voor de N-inhoud van het gewas.**

Bijmest-tijdstip	Streefwaarde (kg N ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	200	250	
3e week juni	60,8	62,8	70,2	75,1	67,2 a
1e week juli	62,2	69,4	75,5	78,9	71,5 b
	61,5 a	66,1 b	72,8 c	77,0 d	

LSD (Fisher's two-sided test P=0.05) volledige tabel = 3,79 ton/ha, LSD voor horizontale gemiddelde waarden = 2,68 ton/ ha, LSD voor verticale gemiddelde waarden = 1,89 ton/ha

Tabel 6 **Proef 1999-1 aardappel knol opbrengsten bij vier stikstof niveaus**

Behandeling	Knolopbrengst, ton/ha
N0	38,9 a .
N100	49,9 . b
N200	57,9 . b
N300	54,3 . b

LSD (Fisher's two-sided test at P=0.05) = 8,2 ton/ha

Tabel 7 **Proef 1999-3 Knolopbrengst (t ha<sup>-1</sup>) in afhankelijkheid van het moment van bijmesten en de toegepaste streefwaarde voor de N-inhoud van het gewas.**

Bijmest-tijdstip	Streefwaarde (kg N ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	200	250	
3e week juni	49,8	51,9	59,0	58,0	54,7 a
1e week juli	53,0	52,4	58,4	59,0	55,7 a
	51,4 a	52,1 a	58,5 b	58,7 b	

LSD (Fisher's two-sided test at P=0.05) for full table = 2.78 t ha<sup>-1</sup>, LSD for horizontal marginal values = 1.97 t ha<sup>-1</sup>, LSD for vertical marginal values = 1.39 t ha<sup>-1</sup>

Tabel 8 **Proeven 2000, 2 pootdata en 2 bijmest data per pootdatum, verschillende N giften en N streefwaarden**

Behandeling pootdatum 1 april	Knolopbrengst, t ha <sup>-1</sup>
N0	40,9 a .
N100	55,6 . b
N200	59,7 . b
N300	59,0 . b

LSD (Fisher's two-sided test at P=0.05) = 10.9 t ha<sup>-1</sup>

Bijmest-tijdstip	Streefwaarde (kg N ha <sup>-1</sup> )			
	150	200	250	
50%	61,6	62,3	63,2	62,3 a
90%	59,9	60,9	58,7	59,8 a
	60,7 a	61,6 a	60,9 a	

LSD (Fisher's two-sided test at P=0.05) for full table = 12.0 t ha<sup>-1</sup>, LSD for horizontal marginal values = 8.50 t ha<sup>-1</sup>, LSD for vertical marginal values = 6.01 t ha<sup>-1</sup>

Behandeling Pootdatum: 21 april	Knolopbrengst, t ha <sup>-1</sup>
N0	49,2 a . .
N100	60,3 . b .
N200	64,8 . b .
N300	73,1 . . c

LSD (Fisher's two-sided test at P=0.05) = 6.58 t ha<sup>-1</sup>

Bijmest-tijdstip	Streefwaarde (kg N ha <sup>-1</sup> )			
	150	200	250	
50%	71604	76098	82863	76855 a
90%	68789	75258	78222	74090 a
	70197 a	75678 b	80542 c	

LSD (Fisher's two-sided test at P=0.05) for full table = 5.87 t ha<sup>-1</sup>, LSD for horizontal marginal values = 4.15 t ha<sup>-1</sup>, LSD for vertical marginal values = 2.94 t ha<sup>-1</sup>



Tabel 9 **Opbrengsten van aardappelproeven bij verschillende stikstof niveaus te Colijnsplaat in 2002 en 2003**

jaar	Ras	Behandeling	Basisgift (kg N ha <sup>-1</sup> )	Bijgift (kg N ha <sup>-1</sup> )	Totale gift (kg N ha <sup>-1</sup> )	Netto opbrengst >40 mm(t ha <sup>-1</sup> )	
2002	Agria	0	0	0	0	52,3 a....	
		30	40	0	40	59,2 .b...	
		60	80	0	80	60,4 .b...	
		100	80	54	134	62,5 .b...	
		150	121	80	201	62,3 .b...	
		Systeem-Booij	80	0	80	60,8 .b...	
	Felsina	0	0	0	0	36,6 a....	
		30	66	0	66	45,5 .b...	
		60	131	0	131	48,8 ..c..	
		100	131	88	219	49,5 ..c..	
		150	197	88+44	329	47,4 ..c..	
		Systeem-Booij	131	0	131	48,5 ..c..	
	2003	Agria	0	0	0	0	34,7 ....e
			30	51	0	51	47,6 ...d.
			60	102	0	102	50,1 ..cd.
100			102	68	170	57,5 ab...	
150			152	102	254	59,6 a....	
		Systeem-Booij	102	60	162	51,8 ..c..	
Felsina		0	0	0	0	20,0 ....e	
		30	70	0	70	37,1 ...d.	
		60	141	0	141	41,7 .bc..	
		100	141	94	235	44,9 .b...	
		150	211	94+47	352	48,9 a....	
		Systeem-Booij	141	35	176	43,2 .b...	

Tabel 10 **Opbrengsten van aardappelproeven bij verschillende stikstof niveaus te Rolde in 2002 en 2003**

Jaar	Ras	Advies (kg N ha <sup>-1</sup> )	Basisgift (kg N ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	Bijgift (kg N ha <sup>-1</sup> )	Totaal (kg N ha <sup>-1</sup> )	Besparing t.o.v. advies (kg N ha <sup>-1</sup> )	Veldgewicht (t ha <sup>-1</sup> )	OWG (g)	UBG (t ha <sup>-1</sup> )	
2002	Seresta		0	0	0		46,9	541	68,9	
			75	0	75		50,4	536	73,2	
			150	0	150		51,0	538	74,4	
			225	0	225		54,6	534	79,0	
			300	0	300		52,2	525	73,9	
			375	0	375		54,1	531	77,7	
			220	150	30	180	40	55,3	535	80,2
	Mercator		0	0	0		49,5	533	71,5	
			60	0	60		53,3	533	77,1	
			120	0	120		53,7	520	75,2	
			180	0	180		52,8	506	71,4	
			240	0	240		51,5	493	67,5	
			300	0	300		54,4	495	71,7	
			155	120	20	140	15	53,9	515	74,5
		2003	Seresta		0	0	0		36,1	500
	75			0	75		44,2	512	60,7	
	150			0	150		45,6	526	64,7	
	225			0	225		51,1	513	70,4	
	300			0	300		54,0	512	74,2	
	375			0	375		51,0	512	70,2	
	250			115	70	185	65	51,4	510	70,2
Mercator			0	0	0		33,6	491	44,0	
			60	0	60		42,7	499	56,8	
			120	0	120		48,0	492	62,7	
			180	0	180		49,3	490	64,0	
			240	0	240		51,3	486	66,1	
			300	0	300		53,9	483	68,8	
			185	90	70	160	25	55,2	501	73,9

<sup>1</sup> V

## 2.3 Literatuur

- Achten V.T.J.M., Molema G.J. (2004) Rijdend meten met de CropScan reflectiemeter, A&F report 284, Wageningen.
- Achten V.T.J.M., Molema G.J., Uenk D. (2005) Praktijkvergelijking van op CropScan gebaseerde meetsystemen voor N-bijmestadviesing, A&F rapport 543.
- Achten V.T.J.M., Molema G.J., Meurs E.J.J., Uenk D. (2004) On-line N-bijmestadviesing : ontwikkeling en implementatie van een systeem op basis van de CropScan reflectiemeter A&F rapport 283.
- Booij R., Uenk D. (2004) Crop-reflection-based DSS for supplemental nitrogen dressings in potato production, in: D. Mackerron and A. J. Haverkort (Eds.), Decision support systems in potato production: bringing models to practice., Wageningen Academic Publishers. pp. 46-53.
- Booij R., Valenzuela J.L., Aguilera C.A. (2000) Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods, in: A. J. Haverkort and D. K. L. MacKerron (Eds.), Management of nitrogen and water in potato production., Wageningen Pers, Wageningen. pp. 72-82.
- Booij R., Uenk D., Lokhorst C., Sonneveld C. (2001) Monitoring crop nitrogen status in potatoes, using crop light reflection, in: G. Grenier and S. Blackmore (Eds.), Proceedings of the Third European Conference on Precision Agriculture, Montpellier, France. pp. 893-899.
- Bouman B.A.M., Uenk D., Haverkort A.J. (1992) The estimation of ground cover of potato by reflectance measurement. *Potato Research* 35:111-125.
- Bunnik N.J.J. (1978) The multispectral reflectance of shortwave radiation by agricultural crops in relation with their morphological and optical properties Landbouwhogeschool Wageningen.
- Clevers J.G.P.W. (1989) The application of a weighted infrared-red vegetation index for estimating leaf-area index by correcting for soil-moisture. *Remote Sensing of Environment* 29:25-37.
- Haverkort A.J., Vos J., Booij R. (2003) Precision management of nitrogen and water in potato production through monitoring and modelling. *Acta Horticulturae* 619:213-224.
- Jongschaap R.E.E., Booij R. (2004) Spectral measurements at different spatial scales in potato: relating leaf, plant and canopy nitrogen status. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 5:205-218.
- Kempenaar C., Groeneveld R.M.W., Uenk D. (2004) An innovative dosing system for potato haulm killing herbicides. , Proceedings of the XII International conference on weed biology, Dijon, 31 August - 2 Sep. 2004. pp. 511-518.
- Kempenaar C., Achten V.T.J., Van Evert F.K., Van der Lans A.M., Olijve A.J., Van der Schans D.A., Schepers H., Van der Weide R.Y., Van de Zande J.C. (2008) Biomassa-afhankelijk doseren van gewasbeschermingsmiddelen. *Gewasbescherming* 39:177 - 182.
- Klein Swormink B.W. (1999) Koppeling van fertigatie en 'stikstofstatusmonitoring' op basis van reflectiemetingen in aardappelen
- Kooistra L., Bartholomeus H.M., Van Vliet P., Van Erp P., De Bruin S. (2009) De mogelijkheden van optische sensor technieken voor de optimalisatie van bemesting in aardappels: een haalbaarheidsstudie, Wageningen UR, Wageningen.
- Lokhorst K., Dekker P., Grashoff C., Guiking T., Van 't Riet S. (2003) Perspectieven geleide bemesting in de open teelten: van deskstudie naar onderzoek, *Nota / Instituut voor Milieu- en Agritechniek* (2003-51)
- Meurs E.J.J., Booij R. (2003) Stikstofbijbemesting in prei op basis van CropScan : milieukundige en landbouwkundige potentie, fase II., *Plant Research International Nota* 240.
- Meurs E.J.J., De Willigen P., Booij R. (2000) Reductie van stikstofemissie naar het oppervlaktewater door gebruik van een stikstofbijmeststelsel., *Plant Research International Nota* 2.
- Michielsen J.M.G.P., Van de Zande J.C., Achten V.T.J.M., Stallinga H., Van Velde P., Verwijs B., Kempenaar C., Van der Schans D.A., De Boer J. (2010) Precision of a sensor-based variable rate sprayer. *International Advances in Pesticide Application. . Aspects of Applied Biology* 99:21 – 28.
- Radersma S., Van Geel W.C.A., Grashoff C., Molema G.J., Van Wees N.S. (2004) Geleide bemesting in de open teelten : ontwikkeling van systemen, PPO rapport 334.
- Slabbekoorn H. (2002) Stikstofbijmeststelsel in consumptieaardappelen, 2002 PPO, Westmaas.
- Slabbekoorn H. (2003) Stikstofbijmeststelsel in consumptieaardappelen, 2003 PPO, Westmaas.
- Uenk D., Booij R. (2000) Stikstofbijmeststelsel in aardappelen : effecten op productie en milieu van aardappelen in Noordwest Overijssel *Plant Research International Nota* 1.
- Uenk D., Bouman B.A.M., Van Kasteren H.W.J. (1992) Reflectiemetingen aan landbouwgewassen., CABO-DLO verslag 156.
- Uenk D., Begeman J.R., Booij R. (2000) Stikstofbijbemesting op basis van CropScanmetingen in zetmeelaardappelen *Plant Research International Nota* 49.
- Uenk D., Begeman J.R., Booij R. (2001) Stikstofbijbemesting in zetmeelaardappelen middels CropScan :

- landbouwkundige en milieukundige prestaties, Plant Research International Nota 51.
- Uenk D., Grashoff C., Booij R. (2003) Stikstofbijmesting op aardappelen op basis van omgekeerde N-vensters in combinatie met CropScan : jaarrapport 2002, Plant Research International Nota 266.
- Uenk D., Grashoff C., Van Geel W.C.A. (2005) Stikstofbijbemesting op aardappelen op basis van omgekeerde N-vensters in combinatie met CropScan : afrondend rapport over de proefjaren 2002 en 2003 : de proeven zijn uitgevoerd op Proefboerderij Kooijenburg te Rolde, Nota Plant Research International 336.
- Van Dijk W., Van Geel W. (2010) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen.
- Van Evert F.K., Van der Schans D., Meurs E.J.J., Van Geel W., Van den Berg W. (2010) Efficiënt gebruik van N door meten gewasreflectie. Available online at <http://edepot.wur.nl/164488>.
- Van Geel W.C.A. (2003) Ontwikkeling geleide bemestingssystemen in de teelt van prei. Jaarrapport 2002, PPO-AGV, Lelystad.
- Van Geel W.C.A. (2004) Ontwikkeling geleide bemestingssystemen in de teelt van prei 2002-2003., PPO-AGV, Lelystad.
- Van Geel W.C.A., Wijnholds K.H. (2003) Ontwikkeling van geleide bemestingssystemen bij de teelt van zetmeelaardappelen. Jaarrapport 2002, PPO 510168 (dit nummer is meerdere malen gebruikt!).
- Van Geel W.C.A., Meurs E.J.J. (2005) Toetsing geleide bemesting in de vollegrondsgroenteteelt 2003-2004, PPO-AGV, Lelystad.
- Van Geel W.C.A., Wijnholds K.H., Grashoff C. (2004) Ontwikkeling van geleide bemestingssystemen bij de teelt van zetmeelaardappelen 2002-2003 PPO 510168 (dit nummer is meerdere malen gebruikt!).
- Van Kasteren H.W.J., Uenk D. (1975) Spectrale reflectie van enige landbouwgewassen in relatie tot hun aard en structurele opbouw.
- Van Marion L.P. (2002) Ruimtelijk variabele stikstofbijbemesting in aardappelen op basis van gewasreflectiemetingen. Eindverslag afstudeervak Plant Research International B.V. en leerstoelgroep Gewas- en Onkruidecologie, Wageningen.
- Van Raaij A., Worku H., Van den Ham J.-P., Krufova M., Crespo I. (2009) Optimizing farming practices by using remote sensing techniques: Utilizing GreenSeeker and Basfood data for precision farming.
- Vos J. (1999) Split nitrogen application in potato: effects on accumulation of nitrogen and dry matter in the crop and on the soil nitrogen budget. *Journal Of Agricultural Science* 133:263-274.
- Vos J. (2009) Nitrogen Responses and Nitrogen Management in Potato. *Potato Research* 52:305-317.

### 3 Materiaal en methode

Op basis van beschikbare informatie en kennis uit eerder uitgevoerd onderzoek over dit thema is een analyse uitgevoerd van de historische data. Vanuit deze analyse is een concept adviesregel opgesteld. Onderstaand een opsomming van de bronnen waaruit is geput.

- Meerjarige proeven vanuit PRI welke hebben geleid tot de concept adviesregel voor Bintje
- Resultaten vanuit uitgevoerde tests in zetmeelaardappelen
- Meerjarige proeven vanuit PerceelCentraal
- Resultaten vanuit aardappelproeven uit 2009 op Vredepeel en Rusthoeve
- Ter vergelijking zijn in de proeven 2010 adviezen op basis van aardappelmonitoring gemaakt. Dit is een adviessysteem dat zich in de praktijk bewezen heeft. Deze adviezen ten aanzien van bemestingshoeveelheid en -moment zijn gebruikt om de uitkomsten met de adviesregel te vergelijken.

#### 3.1 Onderzoeksopzet

Uitgangspunt voor dit onderzoek was het onderzoek dat Booij ruim tien jaar geleden heeft uitgevoerd. Hij deed zijn onderzoek op zandgrond met twee rassen consumptie aardappelen. Om deze resultaten te verbreden naar alle grondsoorten, rassen en teeltdoelen zijn in 2010 op verschillende locaties sensorwaarnemingen gedaan in proeven met verschillende stikstoftrappen (Tabel 11). Het ging hierbij om stikstofbemestingsproefvelden die voor andere projecten waren aangelegd. De projecten hadden voor HZPC (Kollummerwaard) en ALTIC (Kooijenburg en Lelystad) andere doelen. Voor de proeven van PPO/PRI (Valthermond, Vredepeel en Rusthoeve) geldt dat er in de analyse matching is. De twee proeven van ALTIC werden in opdracht van het Productschap Akkerbouw uitgevoerd. Daarnaast werd, in opdracht van HZPC, een proef in pootaardappelen aangelegd op Kollummerwaard. In deze proef werden meerdere rassen gevolgd, onder verschillende bemestingsregimes. De overige proeven werden in het kader van het BO-onderzoeksprogramma uitgevoerd.

Tabel 11 **Overzicht van de experimenten die in 2010 zijn uitgevoerd**

Locatie	grondsoort	pootafstand	teeltdoel	ras(sen)	experiment
Proefboerderij Kooijenburg Rolde	Zand	32 cm	zetmeel	Seresta	Urean, ureum, NTS, KAS; AM
Proefboerderij 't Kompas Valthermond	zand-dalgrond	30 cm	zetmeel	Seresta	CropScan-advies
Proefboerderij Vredepeel	Zand	33 cm	consumptie	Fontane	Urean/KAS vergelijking
Proefboerderij Kollummerwaard	Lichte klei	20 cm	pootgoed	Annabelle, Monalisa, Mondial	N-trappen
Teler Lelystad	Klei	27 cm	consumptie	Agria	Urean, ureum, NTS, KAS; AM
Proefboerderij Rusthoeve Colijnsplaat	Klei	30 cm	consumptie	Victoria	CropScan-advies
teler Claassen Vierhuizen (Gr)	Klei		Pootgoed		praktijkperceel met N vensters

Tevens zijn bij een teler, in Groningen, op een praktijkperceel 3 velden met verschillende stikstofbemesting aangelegd. Deze teler beschikt over twee CropCircle sensoren, die ieder aan een spuitboom van zijn zelfrijdende veldspuit zijn gemonteerd (op 6,75 meter afstand vanuit het midden van deze veldspuit). Bij elke bespuiting van de aardappelen werd met de sensoren tevens een gewasopname gemaakt. Voor dit project zijn in alle proeven aanvullend sensorwaarnemingen gedaan met een CropScan sensor en destructieve gewasanalyses. De verzamelde data zijn per proef en als één dataset geanalyseerd.

## 3.2 Sensormeting gewasreflectie

Bij het onderzoek naar relaties tussen gewasreflecties en stikstof status is vanaf 1990 tot heden steeds een CropScan sensor gebruikt. Dit type sensor is er in een aantal verschillende uitvoeringen. Om het onderzoek door de jaren heen te kunnen vergelijken, is het belangrijk steeds deze sensor als standaard te gebruiken. De sensor zelf is echter niet geschikt om op landbouwwerktuigen te integreren, daarvoor is het apparaat te kwetsbaar. In dit onderzoek zijn, naast metingen met de CropScan sensor, de gewassen ook met andere typen sensoren gescand die ontwikkeld zijn voor toepassingen op landbouwmachines. Hieronder worden de specificaties van de verschillende sensoren behandeld. Naast de CropScan sensor zijn dat de N-Sensor van Yara, de CropCircle en de GreenSeeker sensor. Uit de sensormetingen zijn vegetatie indexen berekend, waarvan uit onderzoek is gebleken dat zij een relatie hebben met de stikstofstatus van het gewas.

### 3.2.1 CropScan sensor



*Afbeelding 1 De CropScan sensor Model MSR16R*

De CropScan MSR87 en MSR16R (Afbeelding 1) zijn gebruikt voor het meten van de gewasreflecties. Boon gebruikte de MSR87 uitvoering. In het onderzoek in 2010 is, naast de MSR87, een MSR16R sensor gebruikt. De MSR87 meet in 8 nauwe banden in het bereik (460-810 nm) gecentreerd op de frequenties 460, 510, 560, 610, 660, 710, 760 en 810 nm, met een bandbreedte van 10 nm. Het model MSR16R kan tot maximaal 16 sensorbanden meten in een bereik van 450-1750 nm. De bandbreedtes van de MSR87 zijn hierbij inbegrepen. In Tabel 12 zijn golflengtefrequenties en bandbreedtes van beide typen CropScan sensoren weergegeven.

Tabel 12 **CropScan meetbereik golflengtes, bandbreedtes, meetmethode Centrum golflengtes (CWL) en bandbreedtes (BW) van up en down sensor MSR87 en MSR16R**

Centrum golflengte (CWL) nm	Bandbreedte (BW) nm	MSR87	MSR16R
460 blauw	10,0	X	X
490	7,3		X
510	10,0	X	X
560 groen	9,4	X	X
610	10,3	X	
660 (rood)	10,0	X	
670	10,0		X
700	12,3		X
710	10,0	X	
720	12,6		X
730	12,9		X
740	13,1		X
760	10,0	X	X
780	10,0		X
810 infrarood	10,0	X	X
870	12,2		X
900	12,7		X
970	10,0		X
1080	14,8		X

De stralingsmeter is aan een uitschuifbare stok bevestigd. De meethoogte kan variëren van 1,60 tot 3,00 meter. De sensor werd verticaal boven het bladerdek van het gewas gehouden. De diameter van de gemeten oppervlakte is gelijk aan de helft van de sensorhoogte boven het gewas. Aangenomen wordt dat de straling op de bovenzijde van de sensor gelijk is aan de straling die op het onderliggende bladerdek valt. De data worden verzameld via bijgeleverde terminal met software. Deze digitaliseert de stroomsterkte en rekt deze vervolgens om naar reflectiepercentages in de gekozen bandbreedtes. Met de software kan het gemiddelde van een van te voren ingesteld aantal metingen worden berekend. Bij elke scan of serie waarnemingen worden gegevens van plotnummer, tijd, temperatuur en stralingsintensiteit opgeslagen. Betrouwbare metingen kunnen worden uitgevoerd tot stralingsintensiteiten van minimaal 300 Watt per m<sup>2</sup>. Uit de sensorgegevens zijn Vegetatie Indices (WDVI, NDVI en REP) berekend.

### 3.2.2 Yara N-sensor

Een veelgebruikte sensor is de Yara N-sensor. Deze sensor is door kunstmestfabrikant YARA ontwikkeld voor stikstof bijmest adviezen. Deze sensor meet invallend licht en gereflecteerd licht in een bereik van 600 tot 1100 nm, in 51 bandbreedtes van 10 nm (600, 610, 620....1090, 1100). De sensor wordt op het dak van een tractor gemonteerd (Afbeelding 2). De reflectie wordt bepaald met 4 sensoren die onder een hoek de gewasreflectie meten. De vier sensoren meten een oppervlakte van ongeveer 50 m<sup>2</sup>. De vijfde sensor is recht naar boven georiënteerd en meet het invallende licht. Elke seconde wordt een meting gedaan. Omdat de vier sensoren die gewasreflectie meten onder een hoek staan, worden de waarden door de software gecorrigeerd.

Uit de gemeten waarden kunnen Vegetatie Indexen worden berekend, afhankelijk van het doel van de meting. Voor advisering voor stikstof bijbemesting zijn dit achtereenvolgens; WDVI, NDVI en REP.



*Afbeelding 2 Yara N-sensor bovenop een tractorcabine gemonteerd*

### 3.2.3 CropCircle sensor



Afbeelding 3 CropCircle sensor en GeoSCOUT datalogger voor het meten van de reflectie

De CropCircle sensoren zijn actieve licht sensoren met een eigen lichtbron. Hierdoor is de sensor niet afhankelijk van natuurlijke lichtomstandigheden en kan ook 's nachts worden gemeten. De gebruikte sensoren zijn van het type ACS-470. De sensor werd gedistribueerd door Holland Scientific, maar wordt vanaf 2010 gedistribueerd door Agleader (onder de naam OptRx). De OptRx sensor is volgens de distributeur een verbeterde versie van de CropCircle sensor. Bij de CropCircle sensoren kunnen de golflengtes worden ingesteld door verschillende filters voor de sensoren te plaatsen. Bij akkerbouwer Claassen in Vierhuizen is gewerkt met de standaard configuratie en gemeten op de volgende golflengtes; 670 nm, 730 nm en 760 nm. De gemeten intensiteit van de golflengtes wordt met de bijgeleverde software omgerekend naar vegetatie indexen; de Standaard Vegetatie Index (NDVI) en de NDRE. Daarnaast worden ook de afzonderlijke reflectiewaarden vastgelegd in het systeem. Hierdoor is het mogelijk achteraf vegetatie indexen te berekenen, bijvoorbeeld de WdVI, en deze te vergelijken met de waarden die gemeten zijn met andere sensoren.

De data van de sensoren zijn vastgelegd met een GeoSCOUT GLS-420 datalogger (Afbeelding 3). De GeoSCOUT legt de data van de beide sensoren afzonderlijk vast en koppelt aan de sensorwaarde een GPS coördinaat. Dat coördinaat is een berekend coördinaat. De GPS ontvanger zelf is op de veldspuit gemonteerd, maar op basis van de gemeten afstand van de sensor tot de ontvanger worden de coördinaten van de afzonderlijke metingen van de beide sensoren berekend. De output van de sensor is een ".csv" bestand met daarin een aantal kolommen. In deze kolommen worden de WGS84 GPS coördinaten (in graden en decimalen), de berekende indexen, de sensor (nr. 1 of 2) en de reflectiewaarden van de 3 verschillende golflengtes (licht frequenties zoals die zijn geïnstalleerd op de sensor) weergegeven.

### 3.2.4 GreenSeeker

GreenSeeker (Afbeelding 4) is een actieve licht sensor, die rood en Infrarood licht meet met een gemiddelde golflengte van 660 (rood) en 770 nm (NIR) met een bandbreedte van ongeveer 25 nm. Uit de gemeten waarden worden twee vegetatie indexen berekend, die bij een aantal toepassingen voor precisielandbouw worden gebruikt, de 'Ratio' en de 'Normalized Difference' (NDVI). Deze indexen vergelijken de relatieve reflectie van grond en gewas bij de twee gemeten lichtbanden.

Door de sensor aan een computer te koppelen kan een andere vegetatie index op de sensor worden geïnstalleerd. In totaal kan uit vijf indexen worden gekozen. Naast RVI (Ratio) en NDVI zijn SA-NDVI (soil adjusted), WDR-NDVI (Wide Dynamic Range) en IRVI (Inverse Ratio) beschikbaar. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de NDVI.

$$NDVI = (r770 - r660) / (r770 + r660)$$



Afbeelding 4 GreenSeeker actieve lichtsensor



### 3.2.5 Reflectie-indices

Uit de golflengten zijn onderstaande vegetatie indexen berekend: NDVI, WdVI groen, WdVI rood, en REP volgens onderstaande formules:

$$\begin{aligned} \text{NDVI} &= (r760 - r670) / (r760 + r670) \\ \text{WdVI}_{\text{gr}} &= r810 - (\text{bare}_{r810} / \text{bare}_{r560}) * r560 \\ \text{WdVI}_{\text{ro}} &= r810 - (\text{bare}_{r810} / \text{bare}_{r670}) * r670 \\ \text{REP} &= 700 + 40 * (((r760 + r670) / 2) - r700) / (r760 - r700) \end{aligned}$$

Tabel 13 **Reflectiesensoren die meten in lichtfrequenties waarmee verschillende vegetatie indices kunnen worden berekend**

	CropScan	CropCircle	GreenSeeker	Yara N-sensor
NDVI	X	X	X	X
WdVI <sub>groen</sub>	X			
WdVI <sub>rood</sub>	X	X	X	X
REP	X			X

Tabel 13 geeft een schematische weergave van de sensoren en de vegetatie indices die ermee kunnen worden berekend. De praktijkensoren Yara N, GreenSeeker en CropCircle (Optrx) meten geen reflectie bij 560 nm. WdVI<sub>groen</sub> kan niet met deze sensoren worden bepaald. WdVI<sub>rood</sub> kan in principe met de gemeten frequenties van alle sensoren worden berekend. Voor berekening van de WdVI is echter wel een aparte reflectiemeting van kale grond (bare) nodig. CropCircle en Yara leveren een Vegetatie index waarbij rekening wordt gehouden met een correctie voor grondreflectie. Bij de gebruikte GreenSeeker sensoren was dit niet het geval.

## 3.3 Stikstofinhoud meting van het gewas

Naast de reflectiemetingen met de CropScan, is de gewas biomassa en stikstofopname bepaald. Dit is gedaan door 6 planten per plot te oogsten en hier vervolgens het droge stof- en stikstofgehalte van te bepalen. Tevens is aan bladsteeltjes plantsap-analyse gedaan.

## 3.4 Vaststellen ijklijn

De reflectiemetingen zijn op alle proeven gedaan met een CropScan sensor. De stikstofbepalingen in het gewas door Altic zijn per locatie uitgevoerd op 3, 4 data en op Valthermond op 5 data. De tijdstippen zijn ingedeeld in eerste helft juni (JUNI 1), tweede helft juni (JUNI 2), eerste helft juli (JULI 1), tweede helft juli (JULI 2) en augustus (AUG). Tabel 14 geeft een overzicht van deze waarnemingen

Op de locaties Lelystad, Rusthoeve en Vredepeel zijn met de MSR87 sensor bij 8 golflengten reflecties gemeten en op Kollummerwaard, Kooijenburg en Valthermond op met de MSR16R, bij 16 golflengten, zodanig dat in totaal bij 20 verschillende golflengten is gemeten.

Missende waarden voor het berekenen van de Vegetatie indexen WdVI en REP in de golflengtes r670, bare\_r670 en r700 zijn vervangen door de metingen bij golflengten r660, bare\_r660 en r710.

In WdVI<sub>gr</sub> wordt r560 gebruikt in plaats van r550, omdat r550 ontbreekt.

Met r560kg, r670kg en r870kg wordt aangeduid r560, r670 en r870 gemeten boven kale grond.

Tabel 14 **Aantal metingen met CropScan sensoren bepaling stikstof in blad per tijdstip en locatie**

locatie	Datum	Periode	aantal waarnemingen
Kooijenburg	21-06-10	JUN 2	15
Kooijenburg	05-07-10	JUL 1	15
Kooijenburg	19-07-10	JUL 2	15
Valthermond	07-06-10	JUN 1	8
Valthermond	22-06-10	JUN 2	8
Valthermond	06-07-10	JUL 1	8
Valthermond	20-07-10	JUL 2	8
Valthermond	03-08-10	AUG 1	8
Vredepeel	17-6-10	JUN 2	8
Vredepeel	01-07-10	JUL 1	8
Vredepeel	15-07-10	JUL 2	8
Vredepeel	29-07-10	AUG 1	8
Kollumerwaard	21-06-10	JUN 2	15
Kollumerwaard	05-07-10	JUL 1	15
Kollumerwaard	19-07-10	JUL 2	15
Lelystad	15-06-10	JUN 2	7
Lelystad	29-06-10	JUL 1	7
Lelystad	13-07-10	JUL 2	7
Lelystad	27-07-10	AUG 1	7
Colijnsplaat	21-06-10	JUN 2	8
Colijnsplaat	05-07-10	JUL 1	8
Colijnsplaat	19-07-10	JUL 2	8

De CropScan meet op alle relevante banden waarmee diverse indexen kunnen worden berekend zoals bijvoorbeeld NDVI, WdVI, LAI en REP. De CropScan is daarbij een neutrale sensor die in veel onderzoek als basis heeft gediend zonder commerciële bedoelingen richting de primaire sector of de periferie. Daarmee is de CropScan bij uitstek geschikt om als verbindende sensor te fungeren tussen, enerzijds de proeven en de diverse commerciële sensoren en anderzijds tussen de proeven en de diverse maatwerkinitiatieven.

### 3.4.1 Aanpak datavergelijking

Uit de analyse van de bestaande data in combinatie met de data die in het onderzoek in 2010 zijn verzameld, zijn verbanden berekend tussen vegetatie indexen en de stikstof opname door het gewas. Deze stap is belangrijk om verschillen binnen percelen en teelten vast te stellen. Met de ijklijn worden sensorwaarden omgerekend naar de stikstofinhoud van het gewas. Door de stikstofinhoud te vergelijken met een gewenste stikstofinhoud, streefwaarde, worden deze omgerekend naar een stikstof bijmestadvies.

De adviesmethode is beschikbaar voor geïnteresseerde partijen. De onderzoeksresultaten en de uitwerking van de adviesmethode, zoals in dit verslag beschreven, geven duidelijke achtergronden voor het gebruik. Uit de vergelijking van metingen met verschillende commerciële sensoren zoals weergegeven in paragraaf 4.12 blijkt dat de meetwaarde per sensor verschilt. Voor de toepassing van de sensor gestuurde adviesmethode op basis van commerciële sensoren, en de visie van adviseurs, zal de ijklijn en de adviesmethode die uit dit onderzoek resulteert worden getransformeerd tot verschillende producten. Bij aanvang van het project werd verwacht dat de data uit de proeven en de historische data voldoende zouden zijn om betrouwbare ijklijnen en adviesregels te kunnen ontwikkelen.

## 3.4.2 Verwerking resultaten veldproeven

### 3.4.2.1 N-bemesting

#### Stikstofbemestingsrichtlijn

Voor de stikstofbemesting van land- en tuinbouwgewassen zijn stikstofbemestingsrichtlijnen opgesteld. Voor aardappelen bestaan aparte richtlijnen per teeltdoel en grondsoort:

1. consumptieaardappelen op klei en löss,
2. consumptieaardappelen op zandgrond,
3. zetmeelaardappelen op zand- en dalgrond
4. pootaardappelen.

De richtlijnen zijn opgenomen in de Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen (Van Dijk & Van Geel, 2010). De richtlijnen geven de gemiddelde optimale stikstofgift voor een gewas aan, rekening houdend met de voorraad minerale stikstof in de bodem (N<sub>min</sub>) voor aanvang van de teelt.

De daadwerkelijk optimale stikstofgift verschilt per situatie en is van veel factoren afhankelijk, onder andere van het stikstofleverend vermogen van het perceel, de voorvrucht, de vochtvoorziening en de ziektedruk. Op basis van ervaringen en kennis van percelen en gewassen, kan de teler de richtlijn aan de eigen situatie aanpassen. Daar waar mogelijk geeft de adviesbasis hiervoor handvaten. Zo zijn vuistregels opgenomen voor korting op de stikstofgift voor stikstofnawerking uit gewasresten van de voorvrucht of in het najaar of voorjaar ondergewerkte groenbemesters vóór de teelt.

De richtlijnen voor aardappel zijn tot stand gekomen aan de hand van veldproeven met het ras Bintje. Tussen de diverse aardappelrassen bestaan echter grote verschillen in N-behoefte. Voor een belangrijk deel hangt dat samen met de vroegrijpheid van het ras. Vroegrijpende rassen hebben gemiddeld meer stikstof nodig dan laatrijpende rassen om het loof zo lang mogelijk groen te houden en de maximale opbrengst te behalen. Laatrijpende rassen blijven van zichzelf langer groen en mogen juist niet te zwaar met stikstof worden bemest, omdat ze anders te laat afrijpen. De adviesbasis bemesting geeft een rasgerichte correctie op de richtlijn op basis van vroegrijpheid. Handelshuizen of kwekers geven vaak ook aan hoeveel stikstof hun ras meer of minder nodig heeft dan Bintje.

#### Stikstofbijmestsystemen

Daar de optimale stikstofgift afhangt van de groeiomstandigheden, met name perceelsinvloed en jaarinvloed, is deze vooraf niet exact te bepalen. Met name de wisselende en moeilijk te voorspellen mineralisatie in de bodem maakt het lastig om de optimale gift goed te kunnen bepalen.

Om beter te kunnen inspelen op de actuele groeiomstandigheden, zijn stikstofbijmestsystemen ontwikkeld, waarbij met een lagere stikstofgift wordt gestart en tijdens het groeiseizoen wordt bijbemest naar gelang de behoefte aan stikstof. De hoogte van de bijmestgift wordt bepaald na meting van de stikstofvoorraad in de bodem (NBS-bodem) of de stikstoftoestand van het gewas (NBS-gewas). Voor aardappelen zijn meerdere bijmestsystemen beschikbaar: NBS-bodem, de bladsteeltjesmethode, aardappelmonitoring en de CropScan-methode. De laatste drie betreffen alle een NBS-gewas, waarbij het gewas zelf als indicator fungeert voor de stikstofvoorziening vanuit de bodem.

Met bijmestsystemen wordt beoogt de gewasvraag en het aanbod van stikstof zo goed mogelijk te synchroniseren, opdat niet teveel en niet te weinig wordt bemest. Doel is het realiseren van een maximale opbrengst en kwaliteit zonder onnodig verlies van stikstof naar het milieu door overdosering.

#### Beoordeling van N-bijmestsystemen in veldproeven

In veldproeven kan de prestatie van N-bijmestsystemen worden beoordeeld door de stikstofgift (en de opbrengst en kwaliteit) na toepassing van de bijmestsystemen te vergelijken met de daadwerkelijk optimale N-gift onder de gegeven groeiomstandigheden. Dat laatste is af te leiden door een stikstoftrappenproef aan te leggen. Eveneens is relevant of toepassing van het bijmeststelsel tot een nauwkeuriger advies heeft geleid dan opvolging van de N-bemestingsrichtlijn, dan wel de gift volgens het eigen inzicht van de teler en hoe groot het (financiële) voordeel is van het bijmeststelsel.

### Afleiding van de optimale N-gift

De resultaten zijn per proef statistisch geanalyseerd met behulp van het statistische pakket Genstat. De resultaten zijn per proef en object weergegeven (gemiddeld over de herhalingen) met vermelding van de LSD-waarde. Voor de afleiding van de LSD-waarde is een variantieanalyse uitgevoerd met een tweezijdige t-toets, waarbij rekening is gehouden met het blokeffect.

Vervolgens is met behulp van regressie-analyse getoetst welke van de volgende modellen de respons van de marktbaar opbrengst op de stikstofgift het beste beschrijft (waarbij X de N-gift is):

- 2<sup>e</sup> graads polynoom (parabool):  $A \cdot X^2 + B \cdot X + C$
- exponentieel model:  $A + B \cdot R^X$
- lineair-gedeeld-door-lineair model:  $A + B / (1 + D \cdot X)$
- exponentieel-lineair model:  $A + B \cdot R^X + C \cdot X$
- lijn + plateau model (broken stick):  $A - B \cdot (K - X)$  als  $X < K$  en  $A$  als  $X \geq K$
- kwadratisch + plateau model:  $A - B \cdot (K - X)^2$  als  $X < K$  en  $A$  als  $X \geq K$

Voor de eerste vier modellen is de notatie overgenomen die in Genstat wordt gehanteerd. De laatste twee modellen zijn ontleend aan Schröder et al. (1998).

Als criteria voor de bepaling van het best beschrijvende model zijn achtereenvolgens gehanteerd: of het model convergeerde, het percentage verklaarde variantie en de significantie van het model (F-probability uit de regressieanalyse).

Met behulp van het best beschrijvende model is de economisch optimale N-gift berekend: het omslagpunt waarbij de kosten van extra stikstof gelijk zijn aan de extra financiële opbrengst. Bij nog hogere gift zijn de extra kosten van stikstof hoger dan de extra financiële opbrengst. Er is gerekend met een stikstofprijs van €0,95 per kg en een productprijs van €100,- per ton marktbaar opbrengst voor consumptieaardappel. Voor zetmeelaardappel is uitgegaan van de uitbetalingsprijzen door AVEBE per ton aardappelen voor het seizoen 2010/2011, die afhankelijk zijn van het OWG.

## 4 Resultaten veldproeven 2009 en 2010

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de veldproeven met stikstofbemesting in aardappel behandeld. In deze veldproeven zijn in 2009 en 2010 zowel sensorwaarnemingen gedaan als de stikstofopname bepaald. De resultaten van deze proeven worden in dit hoofdstuk per locatie gepresenteerd in de paragrafen 4.1 tot en met 4.9. Daarna worden de resultaten van alle proeven gezamenlijk ten aanzien van verschillende aspecten besproken in afzonderlijk paragrafen. In paragraaf 4.10 komt de ijklijn voor het voorspellen van stikstofopname uit sensorgegevens aan de orde. In paragraaf 4.11 wordt ingegaan op de invloed van ras, bodemtype en teeltdoel op het verband tussen vegetatie index en stikstof in het gewas. Paragraaf 4.12 behandelt de uitwisselbaarheid van sensoren. In diverse proeven is de adviesregel volgens Booij getest. De resultaten hiervan staan in paragraaf 4.13. Tot slot wordt in paragraaf 4.14 besproken wat de perspectieven zijn van ruimtelijk variabele advisering van stikstofbemesting.

### 4.1 Vredepeel 2009 Consumptieaardappel

#### 4.1.1 Doel en proefopzet

Dit proefveld is aangelegd in het kader van het project “geleide bemesting in aardappel” met als doel een efficiënte N-bemestingsstrategie met bijbehorende technologie te ontwikkelen en voor de praktijk beschikbaar te maken. Binnen deze doelstelling geldt dat de opbrengst gemaximaliseerd wordt binnen milieukundig toelaatbare N-input (ca. 150 kg/ha). Het project richt zich op de aardappelteelt op zand- en lössgronden bij de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen.

Specifieke doelen zijn:

- Ontwikkelen en toetsen van diagnose-methodiek (waaronder ijklijnen) waarmee telers met behulp van sensortechnologie en/of satellietinformatie de actuele N-behoefte van het gewas eenvoudig kunnen bepalen.
- Ontwikkelen en toetsen van toedieningsmethoden die snelle stikstofopname koppelen aan hoge efficiëntie en een laag risico.

Het proefveld is een volledig gelote blokkenproef met 18 objecten in vier herhalingen. In de proef worden naast de spreiding van de bemesting ook bijbemesting met stikstof korrelmeststof (KAS) en vloeibare meststof (Urean) vergeleken.

Doelstellingen en de opzet van de proef zijn goed bruikbaar voor dit project.

Voor dit onderzoek zijn de stikstofanalyses en de gewassensor (CropScan) waarnemingen gebruikt. Er werd 9 maal met de CropScan sensor met 8 banden gemeten. De metingen van 18 mei, 2,6, & 15 juni en 13 & 27 juli zijn interessant voor de inschatting van N-opname om stikstof bijbemesting te adviseren.

Op 20 april 2009 werden de aardappelen, van het ras Fontane, met een plantafstand van 30 cm in de rij gepoot. Het Pw-getal van het perceel bedroeg 27 en het K-getal 20. De P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bemesting bedroeg 135 kg en er werd 300 kg K<sub>2</sub>O per ha gestrooid. In het voorjaar werd N-mineraal bepaald. In de laag 0-30 cm was gemiddeld 29 kg N aanwezig. In de laag 30-60 cm 20 kg N en in de laag 60-90 cm –MV nog 18 kg N/ha. Het voorjaar was droog, in mei viel 20 mm en in juni 56 mm neerslag. In juli viel er ca. 100 mm neerslag maar dit was onvoldoende voor de gewasverdamping. Augustus en september waren droog en warm. Er werd vijf maal 30 mm beregend, te weten op de volgende dagen; 4 juni, 29 juni, 17 juli en 7 & 22 augustus. Dankzij de goede vochtvoorziening ontwikkelde het gewas zich normaal. Tussen half juni en eind augustus bedroeg de gemiddelde dagtemperatuur 18 graden Celsius. Het gewas werd 12 oktober geoogst. Van het geoogste product werden maatsortering en onderwatergewicht (OWG) bepaald.

## 4.1.2 Resultaten

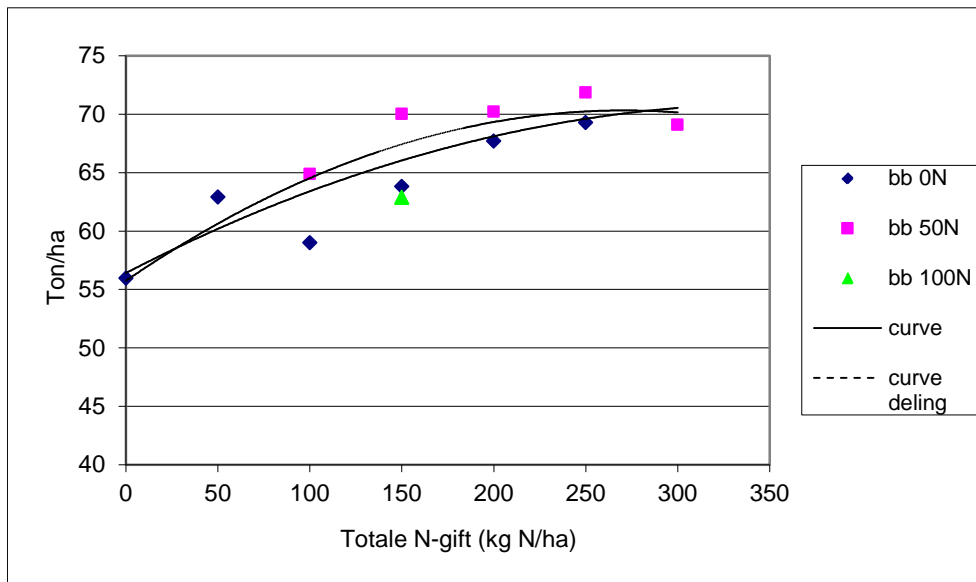
In de proef trad geen significant opbrengstverschil tussen bijbemesting met KAS of met Urean op. Bijbemesting met Urean leidde gemiddeld wel tot een significant lager droge-stofgehalte in de knollen (206 g/kg bij KAS en 202 g/kg bij Urean; LSD = 3). De knoldrogestofopbrengst was iets lager bij de toepassing van Urean dan bij het gebruik van KAS, maar dit verschil was niet significant (Tabel 15). Onderstaand wordt verder alleen ingegaan op de objecten die met KAS zijn bemest.

Bij gelijke N-totaalgift leek deling van de gift een hogere opbrengst te geven dan een eenmalige gift aan de basis, met name bij lagere N-totaalgift (Figuur 8), maar het effect van deling was niet significant (F-prob. = 0,41). Er is er daarom in eerste instantie voor gekozen om een responscurve op te stellen op basis van de N-totaalgift, zonder onderscheid te maken tussen een eenmalige gift of deling van de gift. Volgens deze responscurve was er bij de hoogste N-trap in de proef qua opbrengst nog steeds sprake van een zwak stijgende trend. De hiervan afgeleide economische, optimale N-gift ligt boven de 300 kg N/ha c.q. buiten het meetbereik van de proef.

Wanneer wel onderscheid wordt gemaakt tussen een eenmalige gift aan de basis of een gedeelde gift, was er bij een eenmalige gift aan de basis bij de hoogste N-trap (250 kg N/ha) qua opbrengst nog steeds een stijgende opbrengsttrend. Een bijmestgift van 50 kg N/ha bovenop een basisgift van 250 kg N/ha leidde echter tot een dalende opbrengst. Bij de gedeelde N-giften (plus het nulobject) werd volgens de responscurve (in Figuur 8 weergegeven met een stippellijn) de maximale opbrengst bereikt bij een gift van ca. 270 kg N per ha. Van deze curve is een economische optimale N-gift afgeleid van zo'n 245 kg N/ha. Er is in deze proef niet met aardappelmonitoring gemeten.

Tabel 15 **Resultaten N-bemestingsproef in aardappel (ras Fontane) op proefboerderij Vredepeel in 2009**

Object	N-gift (kg N/ha)			Bijmest- stof	Knolopbrengst			DS (g/kg)
	Basis- bemesting	Over- bemesting	Totaal		Totaal (ton/ha)	>30 mm (ton/ha)	>50 mm (%)	
A	0	0	0	-	56,6	56,0	67	217
B	50	0	50	-	63,3	62,9	75	212
C	50	50	100	KAS	65,3	64,9	74	214
D	50	50	100	Urean	63,3	62,7	75	208
E	50	100	150	KAS	63,3	62,9	78	206
F	50	100	150	Urean	65,9	65,4	75	208
G	100	0	100	-	59,5	59,0	71	206
H	100	50	150	KAS	70,4	70,0	82	209
I	100	50	150	Urean	64,3	63,9	75	201
J	150	0	150	-	64,3	63,8	78	202
K	150	50	200	KAS	70,7	70,2	83	201
L	150	50	200	Urean	68,7	68,2	82	195
M	200	0	200	-	68,2	67,7	81	202
N	200	50	250	KAS	72,3	71,9	84	203
O	200	50	250	Urean	68,6	68,2	84	201
P	250	0	250	-	69,8	69,3	83	204
Q	250	50	300	KAS	69,5	69,1	83	204
R	250	50	300	Urean	72,7	72,3	85	199
F-prob.					0,009	0,009	<0,001	<0,001
LSD (p ≤ 0,05)					8,1	8,1	7,5	8,2



*Figuur 8 Knolopbrengst >30 mm te Vredepeel 2009 bij N-bemesting met KAS (bb 0N = eenmalige gift aan de basis, geen bijbemesting; bb 50N, bb 100N = deling van de gift, bijbemesting respectievelijk 50 en 100 kg N/ha; curve = 2<sup>e</sup> graads polynoom door alle punten; curve deling = 2<sup>e</sup> graads polynoom door de punten van de bemestobjecten plus het nulobject)*

De bijbemesting met KAS in de proef vond plaats op 2 juni. Half juni had het gewas voldoende grondbedekking bereikt om een CropScan-advies te kunnen genereren. Het berekende bijmestadvies bedraagt:

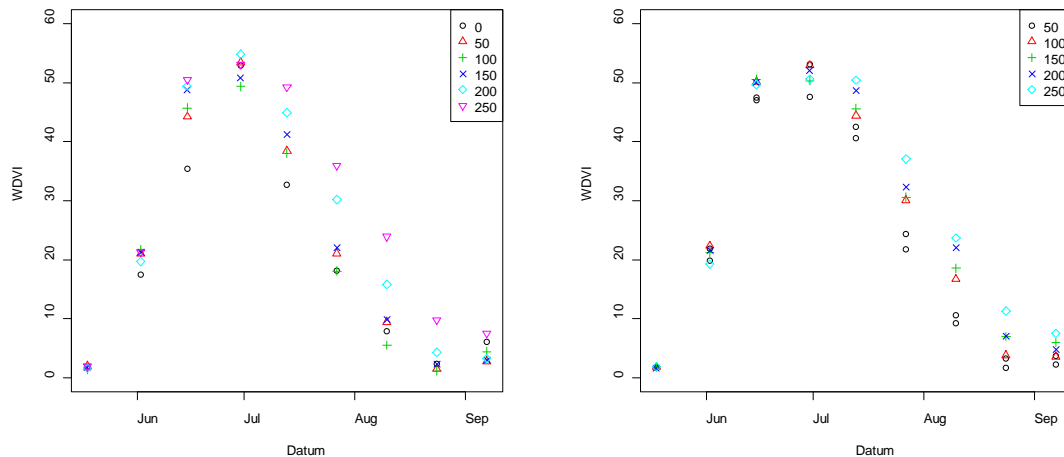
- 70 kg N/ha na een basisgift van 100 kg N/ha (object G)
- 45 kg N/ha na een basisgift van 150 kg N/ha (object J);
- 40 kg N/ha na een basisgift van 200 kg N/ha (object M)
- 30 kg N/ha na een basisgift van 250 kg N/ha (object P)

Bij object M zou het bijmestadvies juist zijn geweest, bij de objecten G en J te laag en bij object P te hoog. Uit veldonderzoek van Van Geel et al. (2004) bleek eveneens dat bij een te laag gekozen basisgift, de verschillende beproefde stikstofbijmestsystemen (waaronder de CropScan-methode) een te laag bijmestadvies gaven. Dit resulteerde in een suboptimale stikstofvoorziening en opbrengstderiving.

Na de winter is op het proefveld 29 kg/ha N<sub>min</sub> gemeten in de laag 0-30 cm. Volgens de N-bemestingsrichtlijn zou er 248 kg N/ha zijn gestrooid. Er was in deze proef geen besparing mogelijk ten opzichte van de richtlijn.

#### 4.1.3 Resultaten CropScan sensor

Op alle velden is op acht tijdstippen met de CropScan sensor de gewasreflectie gemeten; 7, 20 & 30 juni, 14 & 25 juli en op 1 & 15 augustus. Uit de reflectie gegevens zijn vegetatie indices berekend. Deze gegevens worden weergegeven in Figuur 9. In de figuur is te zien dat de WdVI in alle behandelingen vanaf opkomst tot begin juli toeneemt en daarna weer afneemt. Rond halverwege juni wordt een verschil zichtbaar tussen de nul-behandeling en de behandelingen die wel een N-gift hebben ontvangen. Tot begin juli is er geen groot verschil tussen de behandelingen (uitgezonderd de nul-behandeling). Daarna is er verschil tussen de behandelingen in de snelheid waarmee de WdVI afneemt. Het toedienen van een bijmestgift heeft geen invloed op de hoogste WdVI of het moment waarop die bereikt wordt; wel vertraagt de bijmestgift de afname van de WdVI na begin juli.



*Figuur 9 Het verloop van de WDWI uitgezet tegen de tijd. Links: behandelingen waarbij alleen een basisgift is toegediend (in de legende staat de grootte van de basisgift in kg N ha-1). Rechts: behandelingen waarbij een bijgift KAS is toegediend (in de legende staat de grootte van de basisgift in kg N ha-1)*

## 4.2 Rusthoeve 2009 Consumptieaardappel

### 4.2.1 Doel en proefopzet

Dit proefveld is aangelegd om ook voor kleigronden in het zuidwesten de relaties tussen gewas-sensing en stikstofbemesting bij aardappel te onderzoeken. Er werd een eenvoudige stikstoftrappenproef aangelegd met vier stikstoftrappen in drie herhalingen in het consumptieras Victoria op kavel 8 (RH 09.39). Tijdens het groeiseizoen werd op drie tijdstippen de gewasreflectie met CropScan sensor gemeten in 16 banden. Uit deze metingen werden vegetatie indices berekend.

De voorvrucht was graszaad. Het proefveld ligt op zeekelei (02-2008, 21% lutum, org. stof 1,7 %, pH 7,4, Pw-getal 48, K-getal 30) de proef is niet berekend. Op 14 april werden de aardappels gepoot, op 9 september doodgespoten met Reglone (dosering 2,5 l/ha) en vervolgens op 23 oktober gerooïd. Van 3 juni tot 3 september is het gewas 14 maal preventief met een fungicide gespoten.

De bemestingsregimes en resultaten staan in paragraaf 4.2.2. De gewasreflectie is op alle velden 4 maal gemeten met de CropScan sensor. Het hele perceel is (praktijkgericht) bemest met P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in de vorm van triplesuperfosfaat en K<sub>2</sub>O in de vorm van K-60.

Neerslag en temperaturen waren in de maanden; mei, juni en juli normaal. De maanden augustus en september waren droog en warm.

### 4.2.2 Resultaten

In de consumptieaardappelproef op Rusthoeve (kleigrond) in 2009 was er geen significant effect van stikstofbemestingsobject op de opbrengst of sortering. De proef was echter beperkt van omvang (4 objecten in 3 herhalingen), waardoor het onderscheidingsvermogen laag is. De opzet van de proef maakt het niet mogelijk om een goede responscurve op te stellen.

Hoewel niet statistisch betrouwbaar, leek een eenmalige gift van 100 kg N/ha tijdens het poten te weinig. Een aanvullende 2<sup>e</sup> gift bij knolzetting (gestrooid op 30 juni) leek terecht. Een extra 3<sup>e</sup> gift (10 juli gestrooid) had geen effect. Waarschijnlijk was de 2<sup>e</sup> gift van 85 kg N/ha voldoende hoog voor het resterende deel van het groeiseizoen. Uit de proefgegevens kan echter niet worden afgeleid of de basisgift voldoende hoog was of dat er mogelijk al eerder had moeten worden bijbemest. Er kan daarom niet met zekerheid worden aangegeven of een totale N-gift van 185 kg N/ha voldoende was. Daardoor is het ook niet mogelijk om met zekerheid aan te geven of er een stikstofbesparing mogelijk was t.o.v. de N-bemestingsrichtlijn.

Eind juni was er door het loof al voldoende grondbedekking bereikt om een CropScan-advies te kunnen genereren. Volgens de CropScan-methode had er gemiddeld op het proefveld 70 kg N/ha moeten worden bijbemest. Het advies om bij te bemesten, na een basisgift van 100 kg N per ha leek terecht. Of de hoogte van het bijmestadvies juist was, kan op grond van de proefopzet niet goed worden beoordeeld. Overigens zou er volgens de Flowchart van de CropScan-methode bij berekende giften >60 kg N/ha geen advies zijn afgegeven (d.w.z., de hoogte van de bijmestgift zou overgelaten zijn aan het inzicht van de teler).

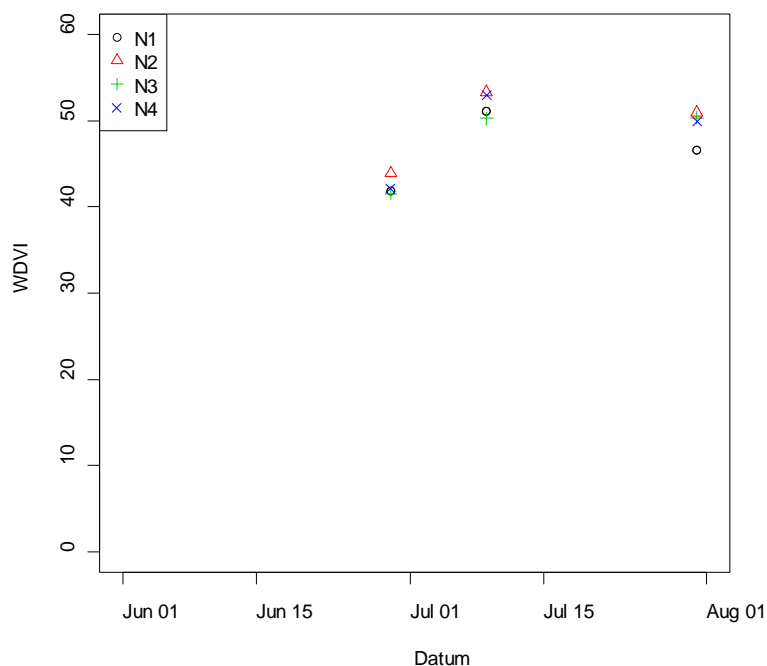


Tabel 16 Resultaten N-bemestingsproef Rusthoeve 2009

Object	N-gift (kg N/ha)			totaal	Knolopbrengst		
	basisgift bij poten	2 <sup>e</sup> gift bij knolzetting	3 <sup>e</sup> gift 2 weken na knolzetting		Totaal (ton/ha)	>40 mm (ton/ha)	>60 mm (%)
N1	100	0	0	100	65,8	60,8	27%
N2	100	85	0	185	70,5	65,7	30%
N3	100	85	50	235	68,7	64,2	34%
N4	100	85	100	285	70,6	65,7	30%
F-prob.					0,50	0,44	0,52
LSD (p ≤0,05)					8,3	7,9	10%

### 4.2.3 Resultaten CropScan sensor

Op alle velden is op drie tijdstippen met de CropScan de gewasreflectie gemeten; 26 juni, 9 en 31 juli. Op 26 juni is verzuimd reflectie van de kale grond te meten; op 31 juli is de kale-grond meting niet uitgevoerd. Daarom is de WdVI berekend met de standaardwaarde van 1.3 die voor deze klei-bodem geldt. Het resultaat is weergegeven in Figuur 10. Het verschil tussen de behandelingen blijkt klein te zijn. Wel lijkt het gewas in behandeling N1 iets eerder loofmassa te verliezen dan in de andere behandelingen.



Figuur 10 Het verloop van WdVI in de tijd in de proef op de Rusthoeve in 2009. Weergegeven is de gemiddelde WdVI per behandeling

## 4.3 Valthermond 2010 Zetmeelaardappel

### 4.3.1 Doel en proefopzet

Dit proefveld werd aangelegd in het kader van het project “Geleide bemesting” met als doel N-bemesting strategieën te ontwikkelen waarbij aan de milieunormen ten aanzien van nitraat kan worden voldaan bij gelijkblijvende opbrengsten. Sensorgestuurde stikstof bijbemesting was opgenomen als object.

Op proefboerderij 't Kompas in Valthermond is op perceel 62A een semipraktijkproef aangelegd (blokken van 24 x 30 meter) (KP 679) met het aardappelras Seresta. De proef werd aangelegd in het kader van het BO-project “Geleide bemesting” en had 8 behandelingen in 3 herhalingen. De voorvrucht was op een deel

van het perceel gerst en een ander deel tarwe met erna de groenbemesterteelt Japanse Haver. Op deze groenbemester werd in augustus 30 stikstof gegeven. Het proefveld ligt op dalgrond (03-2010, org.stof 7,5 %, pH 5,0, Pw-getal 37, K-getal10 ). De proef is gedurende het seizoen niet berekend. Op 24 april werden de aardappels gepoot met een plantafstand van 30 cm in de rij en 75 cm rijafstand. Op 1 oktober werd het gewas doodgespoten en op 27 oktober gerooid. Van 10 juni tot 22 september is het gewas wekelijks preventief met een fungicide bespoten.

In het voorjaar is de grond van elk veldje apart bemonsterd en de bodemvruchtbaarheid ervan bepaald. De N-min voorraad was gemiddeld 39 kg N in de bovenste 30 cm. Maar het varieerde van 21 – 57 kg. Deze variatie is in de analyse niet meegenomen.

De velden werden 11 keer met de CropScan sensor gemeten tussen begin juni en eind augustus. Naast deze waarneming werden er met drie praktijk gewassensoren vier maal een opname gedaan om de relatie tussen de metingen met verschillende sensoren en de standard CropScan opname te kunnen leggen. In deze vergelijkende metingen werd gemeten met de Yara sensor, de CropCircle (Optrx) en de GreenSeeker sensoren. In hoofdstuk 3 zijn de eigenschappen van deze sensoren nader toegelicht. De bemestingsregimes staan in Tabel 17

De objecten zijn gemeten met de Yara N-sensor én met de CropScan. Daarnaast is van ieder object een grondmonster genomen voor N-min analyse na de oogst en is de indringingsweerstand bepaald. Het hele perceel is bemest met 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in de vorm van triplesuperfosfaat en 320 kg K<sub>2</sub>O in de vorm van K-60.

Het groeiseizoen begon droog en koel. In april en mei viel respectievelijk 34 en 59 mm neerslag en bedroeg de gemiddelde temperatuur 9,3°C en 10,1°C. De maanden juni en juli waren warm (gemiddeld 19,7° C) en tot 11 juli was het droog met totaal 28 mm neerslag. Daarna waren de temperaturen normaal, 16 °C in augustus en 12,8°C in september en was de neerslag overvloedig met 74, 150 en 102 mm respectievelijk in de tweede helft van juli, augustus en september.

#### 4.3.2 Afleiding optimale stikstofgift en CropScan advies

In de zetmeelaardappelproef te Valthermond (dalgrond) werd bij eenmalige N-bemesting aan de basis het maximale uitbetalingsgewicht behaald bij een (berekende) gift van ca. 170 kg N/ha. Hogere giften leidden niet tot een hoger veldgewicht, terwijl het OWG al afnam bij giften >0 kg N/ha. De berekende economisch optimale N-gift bedraagt ca. 140 kg N/ha.

Na een basisgift van 125 kg N/ha respectievelijk 175 kg N/ha is op 7 juli een bijmestadvies gegenereerd met de CropScan-methode; bij beide objecten afgerond 100 kg N/ha (zie paragraaf 4.3.4). De grondbedekking was op 7 juli nog niet volledig. Pas op 20 juli werd voldoende grondbedekking door het loof bereikt om een bijmestadvies te kunnen genereren. Ingevolge de Flowchart van de CropScan-methode (zie paragraaf 2.1) zou er in praktijk geen advies gegeven zijn en had de teler naar eigen inzicht moeten handelen.

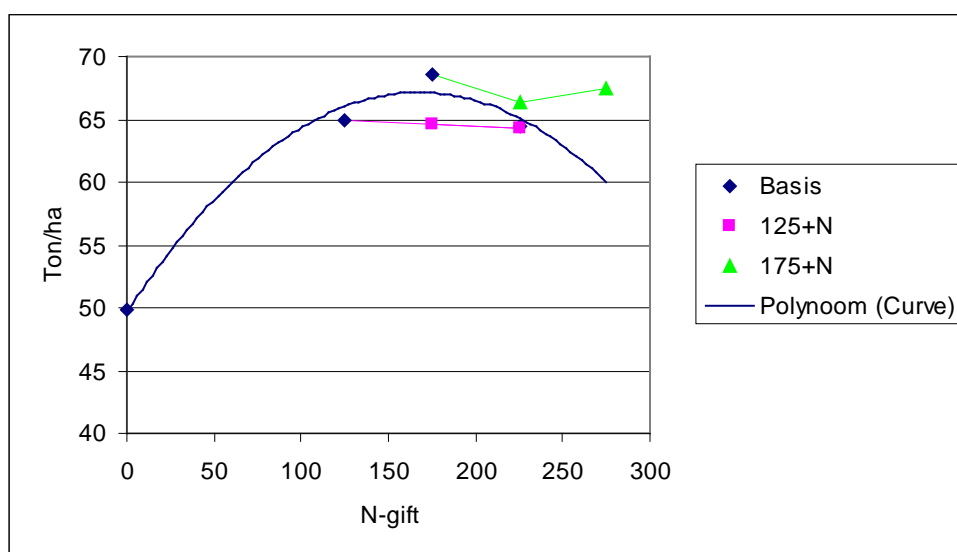
Een basisgift van 175 kg N/ha was voldoende hoog Tabel 17

Het advies om bij te bemesten zou niet terecht zijn geweest. Een basisgift van 125 kg N/ha was niet voldoende voor de gehele groeiperiode van het gewas, hetgeen op zich goed is gesignaleerd door de CropScan-methode. Er was echter geen respons van het uitbetalingsgewicht (UBG) op de late bijbemesting. Het leek na de basisgift van 175 kg N/ha het UBG zelfs iets te verlagen niet significant (n.s.).

Volgens aardappelmonitoring had er zowel na een basisgift van 125 als 175 kg N per ha niet te hoeven worden bijbemest. De stikstofgift volgens de richtlijn, op basis van Nmin 39 kg N/ha, bedroeg 205 kg N/ha. De vaste N-bemestingsrichtlijn volgens Veerman et al. (2006) voor Seresta te Valthermond (dalgrond) bedraagt 215 kg N/ha. Het bijmestadvies van de CropScan à 100 kg N/ha leidde niet tot een besparing t.o.v. de richtlijn (Figuur 11).

Tabel 17 Resultaten N-bemestingsproef Valthermond 2010

Object	N-gift (kg N/ha)		Veldgewicht (ton/ha)	OWG (g)	UBG (ton/ha)
	Basisbemesting	Overbemesting			
A	0	0	34,2	537	49,9
B	125	0	45,0	533	65,0
C	125	100	46,5	514	64,3
D	125	50	45,4	527	64,6
E	175	0	48,1	528	68,6
F	175	50	48,5	510	66,3
G	175	100	48,5	517	67,4
H	225	0	47,8	505	64,5
LSD ( $p \leq 0,05$ )			2,1	10	3,2

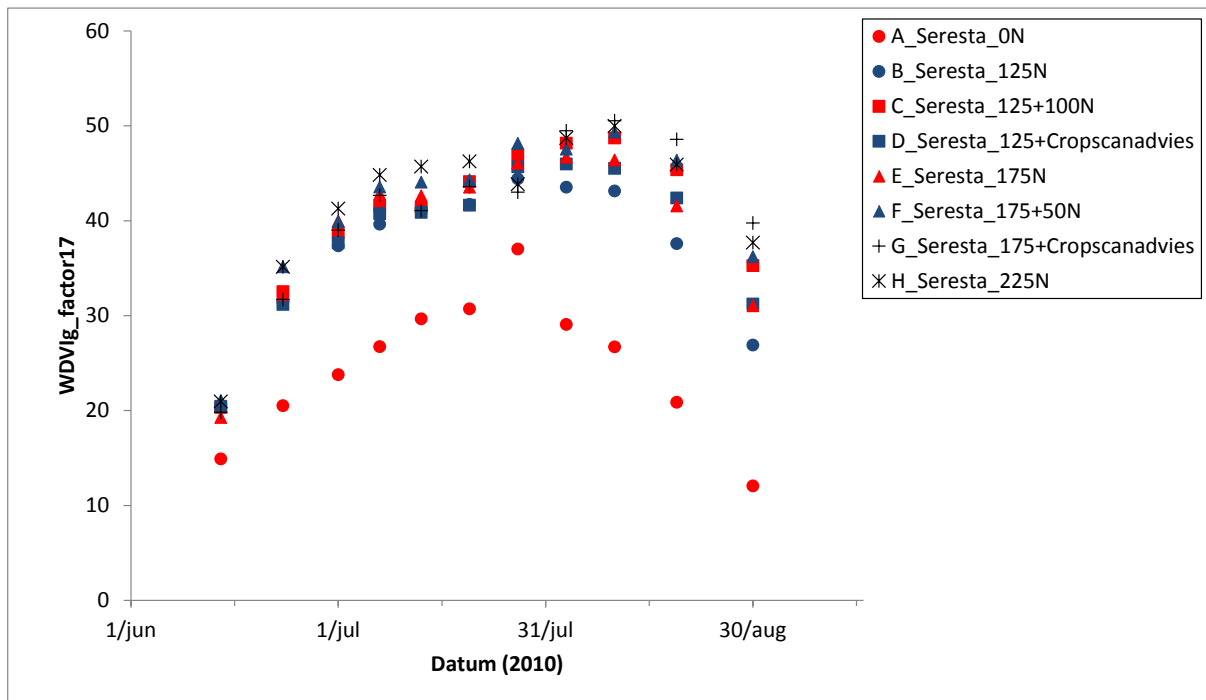


Figuur 11 Uitbetalingsgewicht te Valthermond 2010 (Basis = eenmalige gift voor poten; 125+N resp. 175+N = basisgift van 125 resp. 175 kg N/ha en bijmestgiften van 50 en 100 kg N/ha; Curve = respons 'Basis' volgens 2<sup>e</sup> graads polynoom)

#### 4.3.3 Reflectie metingen met verschillende sensoren

##### 4.3.3.1 Reflectiemetingen met de CropScan

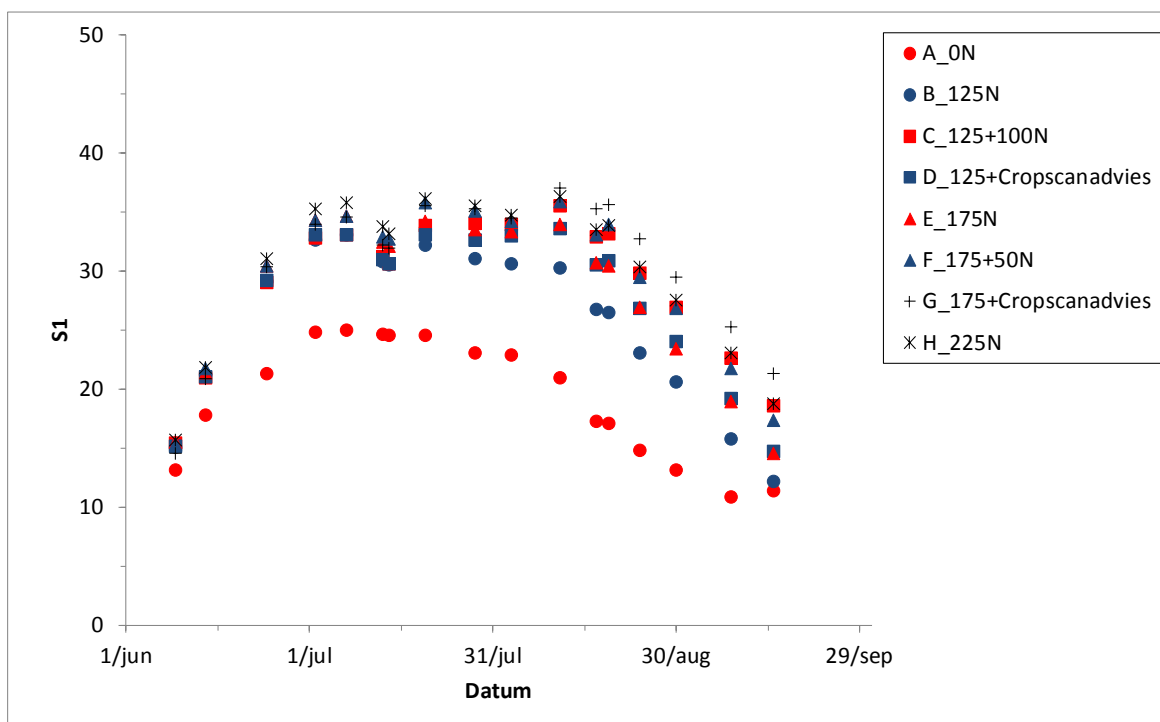
Het verloop van de WDV berekend uit metingen met de CropScan is weergegeven in Figuur 12. Met uitzondering van de nul-behandeling waren verschillen tussen de behandelingen in de periode van gewasopbouw niet groot. Tijdens het afnemen van de loofmassa in augustus blijft de WDV langer hoog naarmate het gewas meer N heeft ontvangen.



Figuur 12 Het verloop van de VegetatieIndex ( $WDV_{lg_{groen}}$ ) in de tijd op de verschillende stikstoftrappen in Valthermond in groeiseizoen 2010

#### 4.3.3.2 Reflectiemetingen met de Yara N-sensor

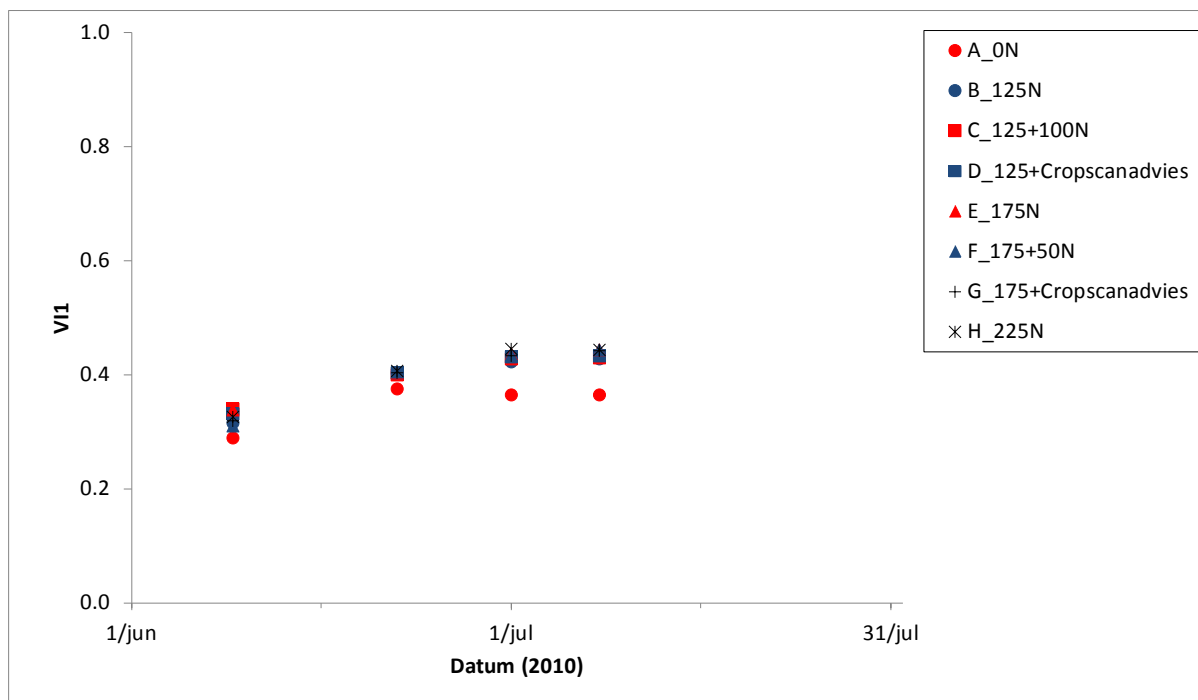
Het resultaat van reflectiemetingen met de Yara N-sensor is weergegeven in Figuur 13. Het verloop van de S1-waarde komt grotendeels overeen met het verloop van de WDVl zoals gemeten met de CropScan (Figuur 12). Opvallend is dat de S1 rond 15 juli in alle behandelingen een tijdelijke teruggang vertoont, terwijl de CropScan metingen in deze periode langzaam blijven stijgen. In juni en de eerste week van juli was er sprake van droogte, waaraan een einde kwam met regen in de tweede week van juli. De droogte was niet zo groot dat er bladverlies optrad, de WDVl metingen bevestigen dat, en het is onwaarschijnlijk dat de hoeveelheid N in het gewas afgenomen zou zijn terwijl de LAI niet daalde. Het lijkt erop dat de Yara N-Sensor op het vochtgebrek in het gewas heeft gereageerd. Als dit zo is, zou een vertaling van S1-waarde naar N-inhoud van het gewas, verstoord kunnen worden door de vochttoestand van het gewas. Dit is een punt van aandacht bij het gebruik van de S1-waarde als basis voor het bepalen van het bijmestadvies.



Figuur 13 Het verloop in de tijd van de met de Yara N-sensor gemeten S1 te Vathermond

### 4.3.3.3 Reflectiemetingen met de CropCircle

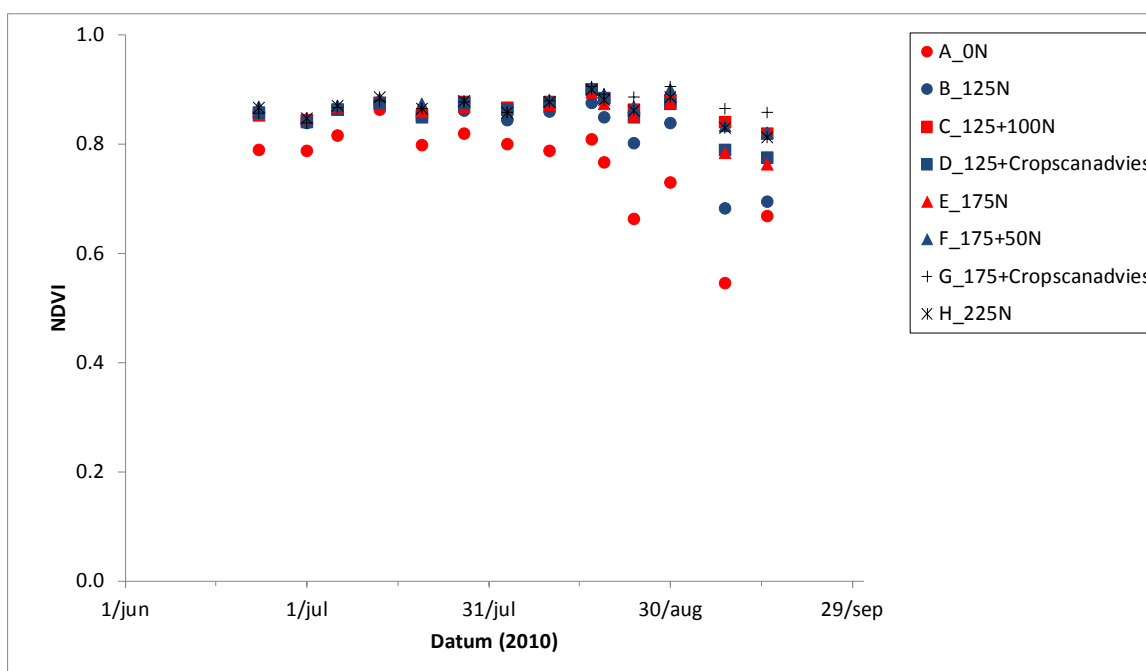
Er is een beperkt aantal keer gemeten met de CropCircle (Figuur 14). Vanwege het geringe aantal metingen kunnen hier geen conclusies aan worden verbonden; de metingen worden daarom zonder commentaar gepresenteerd.



Figuur 14 Het verloop in de tijd van de met de CropCircle gemeten vegetatie-index VI1

### 4.3.3.4 Reflectiemetingen met de GreenSeeker

De GreenSeeker gewasreflectiemeter geeft NDVI als output (Figuur 15). Het is bekend dat het onderscheidend vermogen van deze index kleiner wordt naarmate de hoeveelheid loofmassa toeneemt. Dit is goed te zien in de figuur; op de eerste meetdag komt de NDVI in alle behandelingen (behalve de nul-behandeling) al in de buurt van 0.9 en blijft op die waarde tot de loofmassa tegen het einde van augustus langzaam begint af te nemen. Het gebruik van de NDVI als basis om een bijmestadvies in aardappelen te genereren, kan op grond van deze gegevens worden afgeraden.



Figuur 15 Het verloop in de tijd van de de GreenSeeker gemeten vegetatie-index NDVI

#### 4.3.4 Bepaling van het bijmestadvies middels CropScan

De reflectiemetingen van 7 juli zijn gebruikt om het bijmestadvies te bepalen voor de behandelingen D en G. In onderstaande tabellen is onder andere te zien dat op deze datum de N-opname in het nul-object achterbleef, de N-opname in behandeling "D" 90 kg/ha bedroeg en dat de N-opname in behandeling "G" 106 kg/ha bedroeg. Uitgaande van de streefwaarde van 175 kg/ha voor de N-opname van zetmeelaardappelen, zou er dus in behandeling "D" 85 kg N/ha bijbemest moeten worden en in behandeling "G" 69 kg/ha stikstof bijbemest moeten worden.

Door een onjuiste interpretatie van de meetgegevens tijdens de uitvoering van de proef, leek de N-opname zowel in behandeling "D" als in behandeling "G" 75 kg/ha te zijn. Het daarbij behorende advies is 100 kg N/ha.

Systeem-Booij geeft aan dat er bij een advies van meer dan 60 kg N/ha waarschijnlijk bijzondere omstandigheden in het spel zijn. In deze experimentele situatie is echter toch besloten om het (op dat moment juist geachte) advies van 100 kg N/ha uit te voeren. Echter, een bijmestgift van 100 kg N/ha op behandeling D zou erin resulteren dat behandelingen C (125+100) en D (125+advies) precies dezelfde combinatie van basis- en bijmestgift ontvangen. Om deze reden is besloten behandeling D een bijmestgift van 50 kg N/ha te geven. Achteraf kunnen we dus stellen dat behandeling D volgens systeem-Booij een bijmestgift van 85 kg N/ha had moeten krijgen maar in werkelijkheid 50 kg N/ha gekregen heeft, terwijl behandeling G volgens systeem-Booij een bijmestgift van 69 kg N/ha had moeten krijgen maar in werkelijkheid 100 kg N/ha gekregen heeft.

Tabel 18 **Resultaten van CropScan opnamen op verschillende tijdstippen. Weergegeven is de WDWI (op basis van infrarood en groen) op een stikstofbemestingsproefveld in aardappel in 2010 te Valthermond**

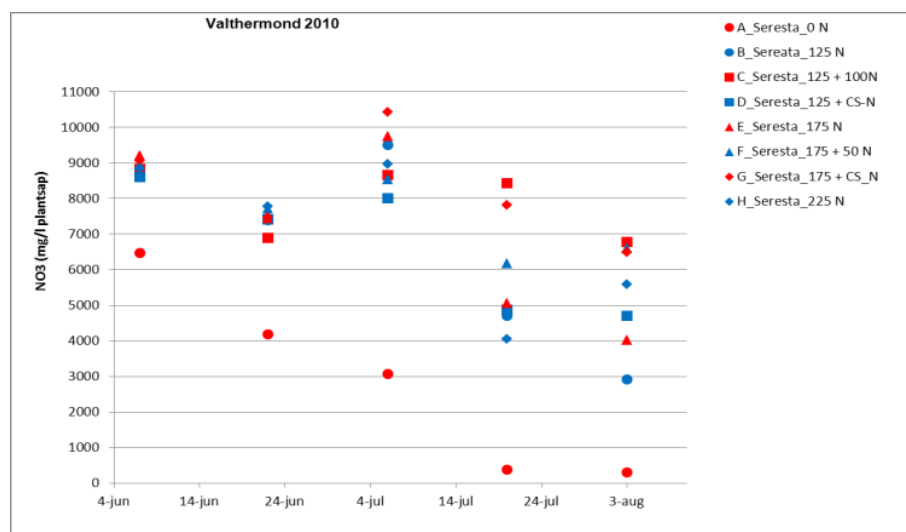
datum	A: 0N	B: 125N	C: 125N + 100N	D: 125 N + advies	E: 175N	F: 175N +50N	G: 175N +advies	H: 225N
14 juni	14,9	20,5	20,3	20,4	19,3	21,0	19,8	20,9
23 juni	20,5	31,4	32,5	31,2	32,2	35,1	31,7	35,1
1 juli	23,8	37,4	38,7	37,7	40,0	39,9	39,0	41,3
7 juli	26,7	39,6	41,6	40,7	42,8	43,6	42,7	44,8
13 juli	29,7	41,3	41,4	40,9	42,6	44,0	41,1	45,7
20 juli	30,7	41,7	44,1	41,6	43,5	44,3	43,6	46,2
27 juli	37,0	44,4	46,9	45,7	46,1	48,1	43,0	43,8
3 augustus	29,1	43,5	48,2	46,0	46,7	47,5	49,5	48,7
10 augustus	26,7	43,1	48,7	45,5	46,4	49,3	50,5	50,0
19 augustus	20,9	37,6	45,3	42,4	41,5	46,4	48,6	45,9
30 augustus	12,1	26,9	35,3	31,2	31,0	36,2	39,8	37,7

Tabel 19 **Met behulp van de ijklijn van Booij (2003) berekende N-inhoud van het gewas (kg N/ha) uit WDV metingen in de proef te Valthermond op een stikstofbemestingsproefveld in aardappel in 2010 te Valthermond**

datum	A: 0N	B: 125N	C: 125N +100N	D: 125N +advies	E: 175N	F: 175N +50N	G: 175N +advies	H: 225N
14 juni	33,1	44,9	44,4	44,7	42,2	45,9	43,4	45,7
23 juni	44,8	67,8	70,0	67,2	69,3	75,5	68,3	75,5
1 juli	51,7	80,1	83,0	80,8	85,6	85,4	83,5	94,7
7 juli	57,9	84,9	97,1	90,4	107,0	113,2	105,9	123,4
13 juli	64,0	94,8	95,7	91,3	105,6	117,1	92,9	130,5
20 juli	66,2	98,2	117,7	97,6	113,0	119,2	113,5	135,0
27 juli	79,4	120,1	140,6	130,4	133,5	150,2	108,7	115,4
3 augustus	62,8	112,9	150,4	132,8	138,5	145,4	161,1	154,9
10 augustus	57,8	109,7	154,9	129,0	136,2	159,9	169,6	165,2
19 augustus	45,6	80,6	127,7	103,7	96,9	135,9	153,8	132,3
30 augustus	27,1	58,2	75,7	67,3	66,9	77,8	85,2	80,8

#### 4.3.5 Plantsapmetingen tijdens het groeiseizoen

Op vijf momenten tijdens het groeiseizoen is het nitraat-gehalte in het plantsap bepaald (Figuur 16). Het is duidelijk dat de nul-behandeling sterk afwijkt van de overige behandelingen. Verder is te zien dat duidelijke verschillen tussen de behandelingen (uitgezonderd de nul-behandeling) pas in de tweede helft van juli ontstaan. Maar vergelijking met de norm-lijn voor nitraatgehalte, weergegeven in figuur 1A in (Van Dijk and Van Geel, 2010) laat zien dat volgens deze metingen geen bijbemesting nodig is geweest.



Figuur 16 **Resultaten van Aardappelmonitoring analyse aan bladsteeltjes. Weergegeven is het  $NO_3^-$  gehalte van het plantsap**

## 4.4 Vredepeel 2010 Consumptieaardappel

### 4.4.1 Doel en proefopzet

Op proefboerderij Vredepeel is een blokkenproef aangelegd (VP 1627) met verschillende bemestingregimes in het consumptieaardappelras Fontane. Hierbij was de pootafstand 33 cm in de rij en als voorvrucht diende snijmais. De proef werd aangelegd in het kader van het BO-project "Geleide bemesting" en had 21 behandelingen in 4 herhalingen.

De proefopzet staat in Tabel 20. Voor het doel van het in dit rapport beschreven onderzoek werden extra waarnemingen gedaan met de CropScan sensor en werden destructieve gewasanalyses voor opbrengst en stikstofgehalte uitgevoerd op de objecten A,C,D,E,F,K,L.

Het proefveld ligt op een droogtegevoelige zandgrond (nov 2010, org. stof 3,8 %, pH 5,2; P-PAE-getal 9,1, P-Al-getal 78, K-PAE-getal 52 ). De aardappelen werden 20 april gepoot en kwamen 21 mei op. Naast de variabele stikstof bemesting volgens de proefopzet, zijn de aardappelen bemest met 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in de vorm van triplesuperfosfaat en 300 kg K<sub>2</sub>O als Kali-50. De groeiomstandigheden waren aanvankelijk koel en vrij droog in april en mei. Vanaf 20 mei werd het warmer maar de neerslag was tot 20 juli zeer gering. De rest van het groeiseizoen had normale temperaturen en veel neerslag met 160 mm in augustus. Het proefveld werd 5 maal met 30 mm beregend. In juni totaal 60 mm en in juli 90 mm. Het proefveld werd tussen 10 juni en 20 september 17 maal gespoten tegen phytophthora. En op 20 september doodgespoten. Op 7 oktober werden de aardappels geroid.

Tabel 20 **Proefopzet blokkenproeven Vredepeel in 4 herhalingen**

object	Basisgift KAS Kg N/ha	1 bijmestgift KAS (kg N/ha) op 14 juni (bij begin knolzetting)	Bijbemesting urean Kg N/ha Wegens beperkte maximale gift spreiden over geschikte periode	Totaal Kg N/ha
A	0			0
B	0			0
C	0	50		50
D	0		50	50
E	0	100		100
F	0		100	100
G	50			50
H	50	50		100
I	50		50	100
J	50	100		150
K	50		100	150
L	100			100
M	100	50		150
N	100		50	150
O	100	100		200
P	100		100	200
Q	150			150
R	150	50		200
S	150		50	200
T	150	100		250
U	150		100	250

### 4.4.2 Resultaten

Bij een bijmestgift van 50 kg N/ha was er gemiddeld genomen geen significant opbrengstverschil tussen bijbemesting met KAS of met Urean (Tabel 21). Bij een bijmestgift van 100 kg N/ha gaf Urean een significant lagere opbrengst dan bijbemesting met KAS van gemiddeld 6,0 ton/ha >30 mm (Lsd = 3,0). Ook was de opbrengst 1,9 ton/ha lager (n.s.) dan bij 50 kg N/ha bijbemesting met Urean, terwijl bijbemesting met 100 kg N/ha KAS een significant hogere opbrengst gaf van 3,6 ton/ha dan bijbemesting met 50 kg N/ha KAS. Verder gaf Urean een significant lager OWG dan KAS, zowel bij de lage als hoge bijmestgift. Gemiddeld over alle N-niveau's bedroeg het OWG 415 gram na bijbemesting met KAS en 408 gram na bijbemesting met Urean (Lsd = 5).

Bij een basisgift van 0 kg N/ha was de opbrengst bij gelijke totaalgift (respectievelijk 50 en 100 kg N/ha) gemiddeld 4,6 ton/ha lager dan wanneer 50 of 100 kg N/ha aan de basis werd gegeven. Dit was een significant verschil. Bij de basisgiften van 50, 100 of 150 kg N/ha was er geen significant



opbrengstverschil bij gelijke N-totaalgift. Met andere woorden, hier had de verdeling van de totale N-gift over basisbemesting en bijbemesting geen duidelijke invloed op de opbrengst.

Bij de hoogste N-trap in de proef was er qua opbrengst nog steeds een vrijwel lineair stijgende trend. De economisch optimale N-gift bedraagt derhalve >250 kg N/ha, maar kan niet nader worden vastgesteld, omdat deze buiten het meetbereik ligt.

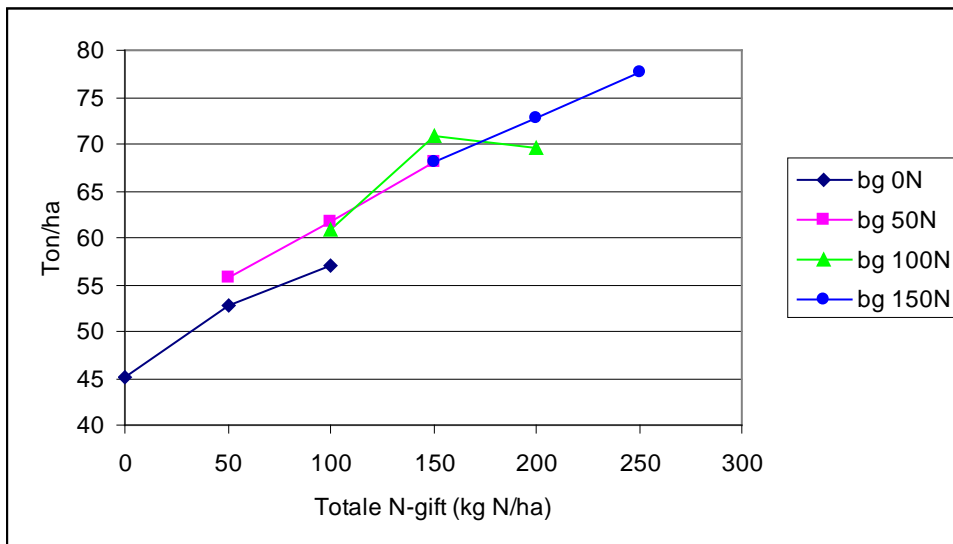
De bijbemesting met KAS vond plaats op 14 juni, bij knolzetting. De CropScan-methode gaf op 1 juli bij het object met een basisgift van 150 kg N/ha zonder bijbemesting (object Q) een bijmestgift aan van 85 kg N/ha. Het advies om bij te bemesten was terecht, maar het had hoger mogen zijn (Figuur 17). Overigens zou er volgens de Flowchart (paragraaf 2.1) geen advies zijn afgegeven. Na een basisgift van 50 of 100 kg N/ha (objecten G en L) was geen advies mogelijk wegens onvoldoende grondbedekking.

Tabel 21 Resultaten N-bemestingsproef Vredepeel 2010

Object	N-gift (kg N/ha)			Bijmest- stof	Knolopbrengst			OWG
	Basis- bemesting	Over- bemesting	Totaal		Totaal (ton/ha)	>30 mm (ton/ha)	>50 mm (%)	
A/B/V	0	0	0	-	45,8	45,1	55%	426
C	0	50	50	KAS	53,4	52,7	68%	422
D	0	50	50	Urean	54,0	53,2	63%	414
E	0	100	100	KAS	57,5	56,9	74%	422
F	0	100	100	Urean	50,8	50,1	61%	414
G	50	0	50	-	56,4	55,8	64%	426
H	50	50	100	KAS	62,3	61,7	72%	424
I	50	50	100	Urean	61,7	61,0	73%	413
J	50	100	150	KAS	68,8	68,1	78%	412
K	50	100	150	Urean	60,9	60,0	67%	415
L	100	0	100	-	61,4	60,8	71%	420
M	100	50	150	KAS	71,4	70,8	79%	415
N	100	50	150	Urean	70,0	69,4	76%	404
O	100	100	200	KAS	70,1	69,6	77%	415
P	100	100	200	Urean	64,7	64,1	74%	411
Q	150	0	150	-	68,7	68,1	77%	409
R	150	50	200	KAS	73,3	72,8	81%	410
S	150	50	200	Urean	72,7	72,2	80%	398
T	150	100	250	KAS	78,3	77,7	84%	400
U	150	100	250	Urean	74,7	74,1	81%	394
LSD (p ≤0,05)	A/B/V t.o.v. overige objecten				4,9	4,8	6%	11
LSD (p ≤0,05)	overige objecten onderling				5,9	5,9	8%	13

Hoewel meerdere objecten in de proef zijn gevolgd met aardappelmonitoring, was er geen bijmestobject op basis van monitoring in de proef opgenomen. Monitoring gaf wel aan dat de stikstofvoorziening niet toereikend was (Figuur 20, vergelijk met Figuur 1A in (Van Dijk and Van Geel, 2010), ook niet bij de hoogste N-niveau's, maar er kan niet goed worden bepaald hoe hoog de totale N-gift was uitgekomen bij toepassing van aardappelmonitoring. Bij object T gaf monitoring aan dat er na de basisgift en bijmestgift à 250 kg N per ha samen, aanvankelijk niet hoefde worden bijbemest en dat eind juli een bijmestgift van 20 kg N per ha nodig was. Dat zou neerkomen op een totale N-gift van 270 kg N per ha.

De Nmin-voorraad op het proefveld na de winter in de laag 0-30 cm bedroeg 18 kg N per ha. Volgens de N-bemestingsrichtlijn zou er 268 kg N/ha zijn gestrooid.

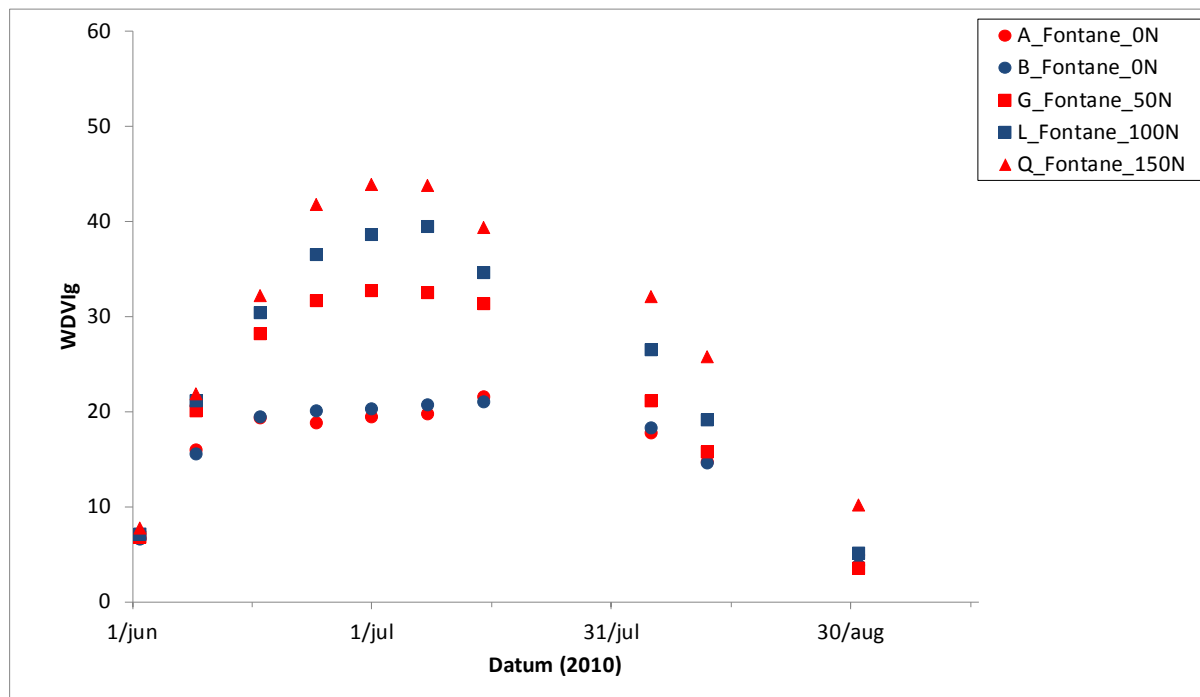


Figuur 17 Knolopbrengst >30 mm te Vredepeel 2010 bij N-bemesting met KAS. Legende: bg 0N, bg 50N ... bg 150N = basisgiften van respectievelijk 0, 50, 100 en 150 kg N/ha

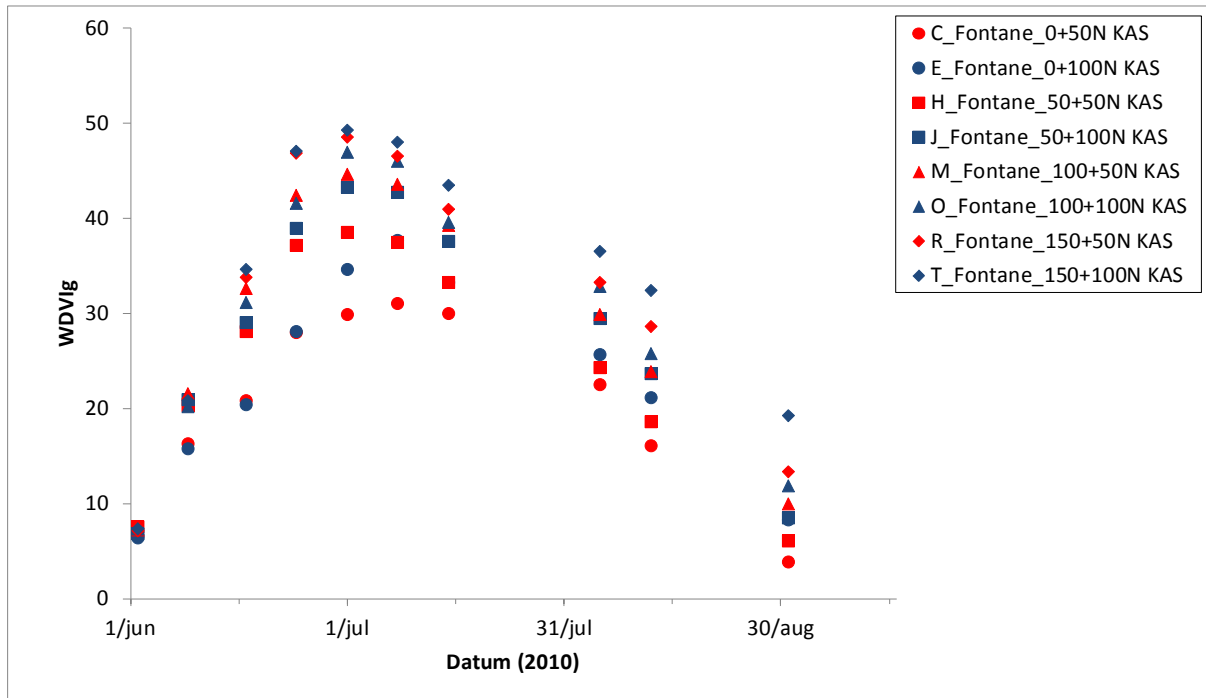
#### 4.4.3 Reflectiemetingen met de Cropsan

Metingen van de gewasreflectie met een Cropsan sensor laten grote verschillen zien tussen de verschillende behandelingen. De WdVI van de nul-behandeling blijft al in de eerste helft van juni achter bij de WdVI van de andere behandelingen en vanaf half juni kunnen de behandelingen met verschillende basisgiften van elkaar onderscheiden worden (Figuur 18).

De bijmestgiften in deze proef werden in overeenstemming met gangbare praktijk gegeven, d.w.z. ruim voordat het gewas gesloten is. Vanaf begin juli zijn de verschillende bijmest-behandelingen dan ook via de WdVI te onderscheiden. Zo is het verschil tussen een basisgift van 50 kg N ha<sup>-1</sup> gevolgd door een bijgift van 50 kg N ha<sup>-1</sup> (behandeling H), en een basisgift van 50 kg N ha<sup>-1</sup> gevolgd door een bijgift van 100 kg N ha<sup>-1</sup> (behandeling J), duidelijk zichtbaar in Figuur 19.



Figuur 18. De waarden van de vegetatie Index WdVI bepaald met Cropsan sensor van 5 stikstofniveaus zonder bijbemesting op een bemestingsproefveld op proefboerderij Vredepeel in 2010

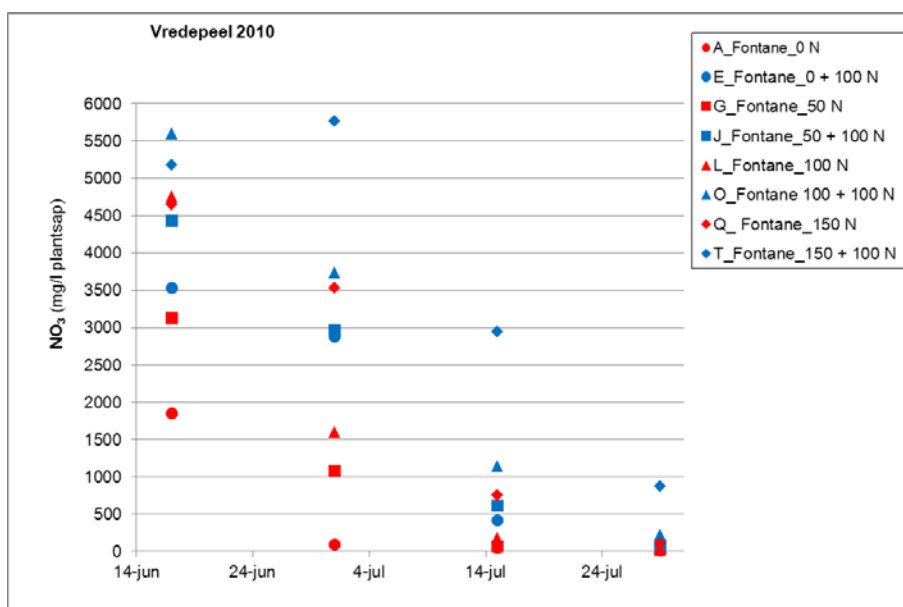


Figuur 19. De waarden van de vegetatie Index WDVl bepaald met Cropscan sensor van 8 objecten met stikstofbijbemesting in de tijd van een bemestingsproefveld op proefboerderij Vredepeel in 2010

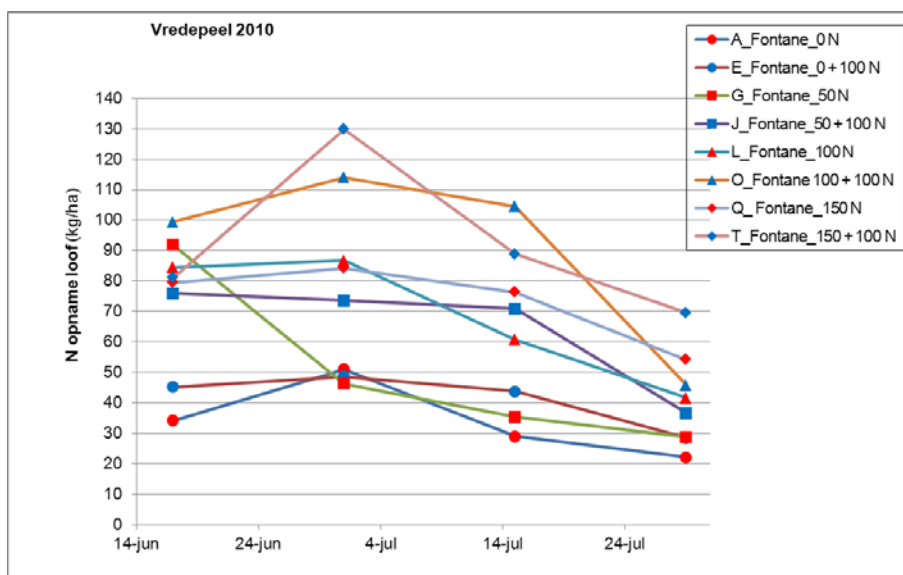
#### 4.4.4 Stikstofanalyse van het gewas

Op vier momenten tijdens het groeiseizoen is het nitraat-gehalte in het plantsap bepaald (Figuur 20). Al bij de eerste metingen zijn er grote verschillen tussen de behandelingen. Vergelijking met de norm-lijn voor nitraat-gehalte figuur 1A in (Van Dijk and Van Geel, 2010) laat zien dat volgens deze metingen in alle behandelingen een bijmestgift nodig is geweest.

Het verloop in de tijd van de N-inhoud van het gewas in de verschillende behandelingen is weergegeven in Figuur 21.



Figuur 20 De waarden van het nitraatgehalte in plantsap van bladsteeltjes van aardappelloof bepaald op acht bemestingsobjecten op een stikstoftrappen proefveld op proefboerderij Vredepeel in 2010



Figuur 21 Gemeten N opname in het loof op vier tijdstippen bij acht objecten op een stikstofbemestingsproefveld op proefboerderij Vredepeel in 2010

## 4.5 Kollumerwaard 2010 Pootaardappel

### 4.5.1 Doel en proefopzet

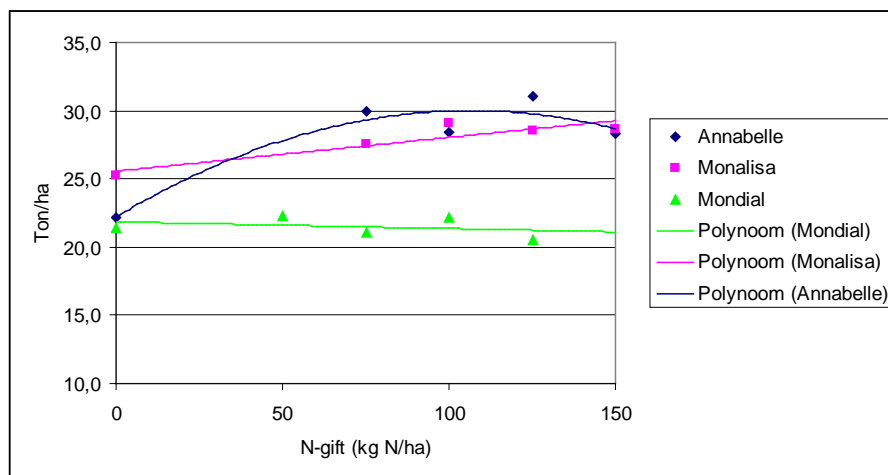
Op Kollumerwaard lag een groot stikstof bemestingsproefveld met vijf stikstoftrappen en 10 aardappelrassen in drie herhalingen. De aardappelen zijn op een afstand in de rij van 20 cm gepoot. Deze proef werd in opdracht van HZPC gedaan. In de Tabel 22 staan de N bemestingshoeveelheden per ras. Voor pootaardappelen is nog geen advies op basis van gewasreflectiemetingen beschikbaar. In deze proef zijn reflectiemetingen en destructieve gewasanalyses verricht om een aanzet te geven tot het ontwikkelen van een ijklijn gewasreflectie ↔ N-inhoud voor pootaardappelen. De waarnemingen met CropScan en de bepaling van de stikstofinhoud van het loof zijn aan de rassen Annabelle, Monalisa en Mondial gedaan. Deze selectie is gemaakt op basis van de verschillen in vroegheid (Mondial: laat, Monalisa: midden vroeg, Annabelle: vroeg).

Tabel 22 **Stikstof Bemesting in kgN/ha per ras op een proefveld met rassen en stikstof niveaus op de Kollumerwaard 2010**

Object	Annabelle	Monalisa	Mondial	Crisps4a	Dion	Hz-00-1336	Leonard	Ronald	Taurus	Hz-00-1430
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	75	75	50	50	50	50	50	50	50	75
D	100	100	75	75	75	75	75	75	75	100
E	125	125	100	100	100	100	100	100	100	125
F	150	150	125	125	125	125	125	125	125	150

### 4.5.2 Resultaten

De knolopbrengst in de maat 28-55 mm is weergegeven in Figuur 22. Het was in deze proef lastig om te bepalen wat een optimale N-gift was en in hoeverre de rassen hierin van elkaar verschilden.



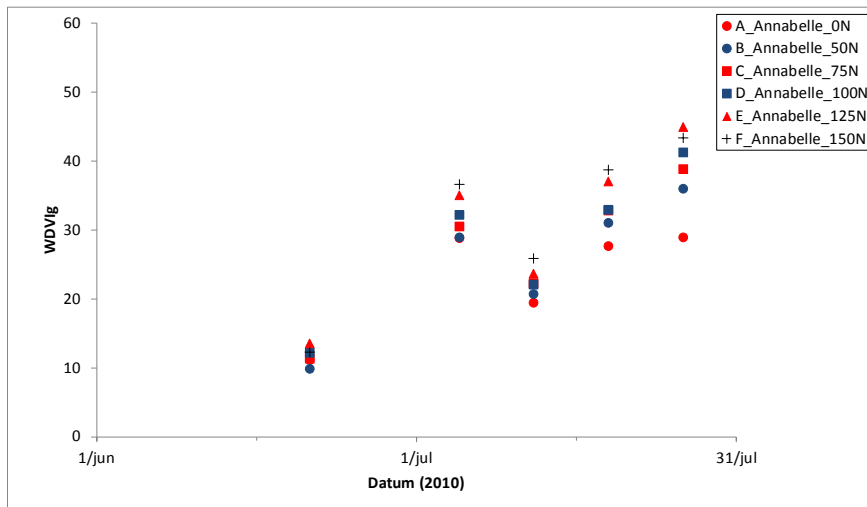
Figuur 22 **Knolopbrengst pootaardappel 28-55 mm (ton/ha) van drie rassen te Kollumerwaard in 2010**

### 4.5.3 Reflectiemetingen met de CropScan

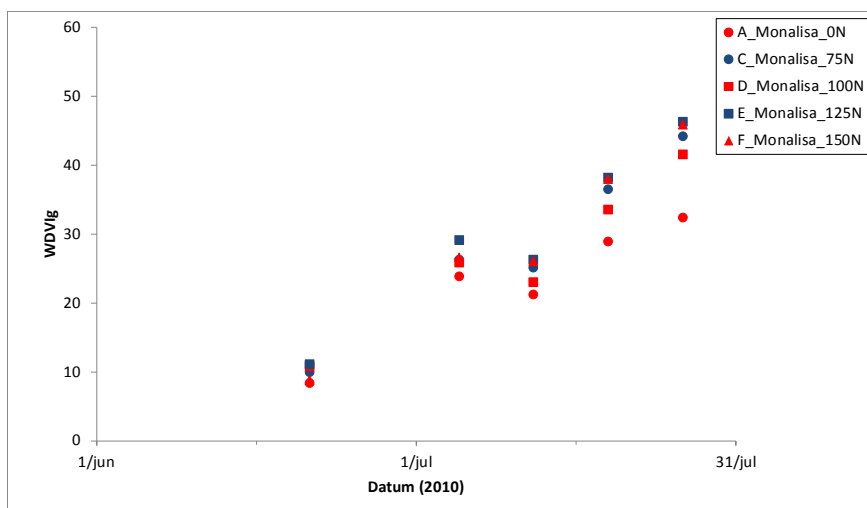
Op het stikstofproefveld met verschillende rassen is het WdVI verloop in het seizoen aan 10 rassen gemeten om vast te kunnen stellen of er wezenlijke verschillen tussen de rassen bestaan met betrekking tot het verband tussen gewasreflectie en N-inhoud van het gewas. In deze paragraaf wordt het verloop van de WdVI in de tijd gegeven. Het verband tussen gewasreflectie en N-inhoud wordt weergegeven in paragraaf 4.5.4 en verder besproken in paragraaf 4.11.1.

Het verloop van WdVI in de tijd voor Annabelle wordt gegeven in Figuur 23, voor Monalisa in Figuur 24 en voor Mondial in Figuur 25. Verschillen tussen de behandelingen zijn goed zichtbaar bij deze drie rassen. Bij alle drie rassen is er sprake van een tijdelijke afname van de WdVI bij de meting op 12 juli. Deze meting vond plaats aan het einde van een droge periode, maar het is niet aannemelijk dat de LAI of de loofmassa

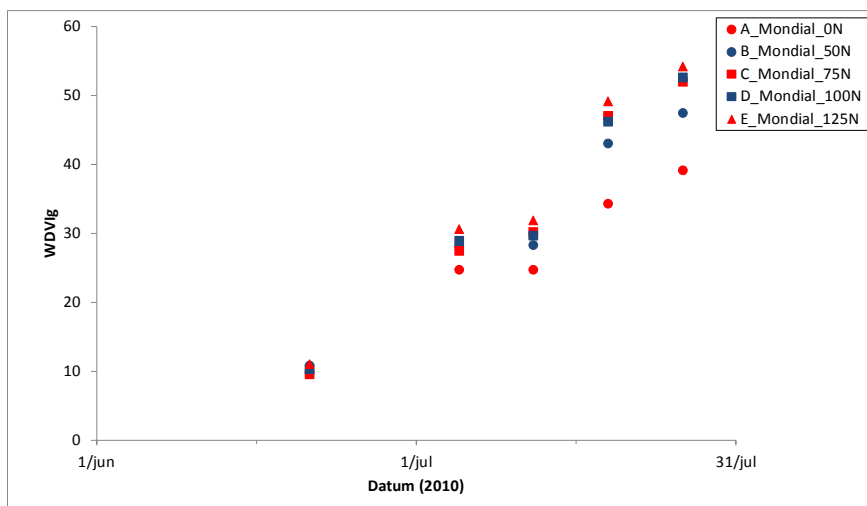
afgenomen is in deze periode. Als we afname van loofmassa uitsluiten als oorzaak van de lagere WDWI meting, dan is het niet duidelijk waardoor de lagere WDWI dan wel werd veroorzaakt. In het experiment in Valthermond registreerde de N-Sensor ook een afname van de vegetatie index (Figuur 13) terwijl in datzelfde experiment de CropScan geen afname van de WDWI liet zien (Figuur 12).



**Figuur 23** De waarden van de vegetatie Index WDWI bepaald met CropScan sensor van 6 stikstofniveaus bij het ras Annabel zonder bijbemesting op een bemestingsproefveld op proefboerderij de Kolummerwaard in 2010



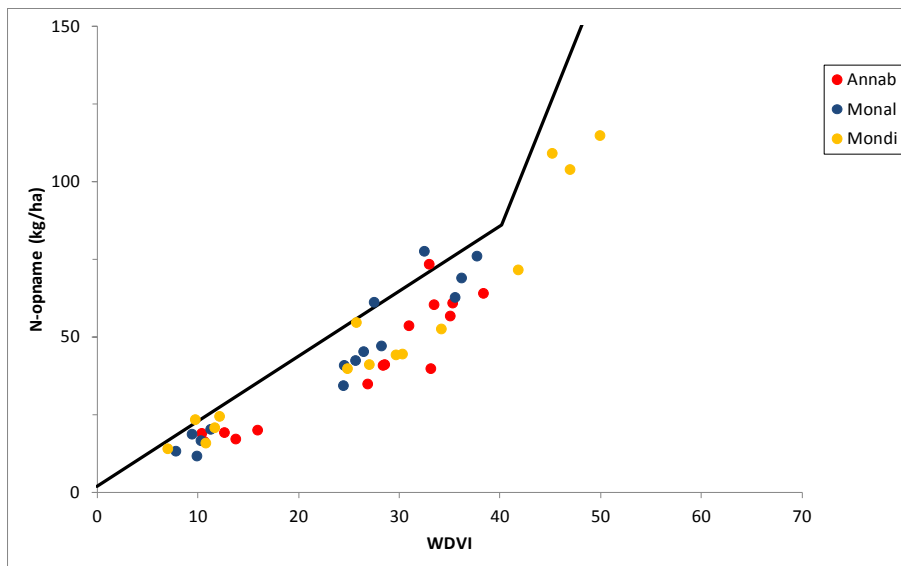
**Figuur 24** De waarden van de vegetatie Index WDWI bepaald met CropScan sensor van 5 stikstofniveaus bij het ras Monalisa zonder bijbemesting op een bemestingsproefveld op proefboerderij de Kolummerwaard in 2010



**Figuur 25** De waarden van de vegetatie Index WDWI bepaald met CropScan sensor van 5 stikstofniveaus bij het ras Mondial zonder bijbemesting op een bemestingsproefveld op proefboerderij de Kolummerwaard in 2010

#### 4.5.4 Stikstofopname

In een drietal rassen waarvan bekend is dat ze verschillen in vroegheid en loofontwikkeling, nl. Annabelle, Monalisa en Mondial, is de N-opname destructief bepaald (Figuur 26). Hieruit blijkt dat er geen duidelijk verschil bestaat tussen de rassen. Deze voorlopige uitwerking wordt in paragraaf 4.11 onderbouwd.



*Figuur 26 Verband tussen WDV en N-inhoud (kg/ha) in drie rassen met verschillende loofontwikkeling. De gebroken lijn geeft het door Booij gevonden verband weer*

## 4.6 Kooijenburg 2010 Zetmeelaardappel

### 4.6.1 Doel en proefopzet

Op de locatie Kooijenburg in Rolde werd een stikstofbemestingsproef in het aardappelras Seresta uitgevoerd. De proef werd uitgevoerd in opdracht van Altic. De objecten staan in Tabel 23. Het proefveld ligt op een droogtegevoelige zandgrond. (maart 2010, org. stof 3.3 %, pH 4,9; Pw-getal 61; K-getal 15 ). De aardappelen werden tweede helft april gepoot op een afstand inde rij van 32 cm. Het proefveld werd tussen 10 juni en 22 september 15 maal gespoten tegen fytoftora. En op 1 oktober met Reglone (3 l ha<sup>-1</sup>) doodgespoten. Op 27 oktober werden de aardappels geroid. Naast de variabele N bemesting volgens de proefopzet, zijn de aardappelen bemest met 85 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in de vorm van triplesuperfosfaat en 150 kg K<sub>2</sub>O als Kali-50.

De groeiomstandigheden waren aanvankelijk koel en vrij droog in april en mei. Vanaf 20 mei werd het warmer maar de neerslag was tot 10 juli gering. De rest van het groeiseizoen had normale temperaturen en veel neerslag met 100 mm in juli en 150 mm in augustus.

Tabel 23 **Proefopzet blokkenproeven stikstof bemesting in zetmeelaardappel op Kooijenburg 12 objecten in 4 herhalingen in 2010**

Code	Basisbemesting		Overbemesting	
	Kg N/ha		Kg N/ha	
	N-gift	Meststof	N-gift	Meststof
A	0	KAS		
B	50	KAS		
C	100	KAS		
D	130	KAS		
E	150	KAS		
F	200	KAS		
G	250	KAS		
H	200	KAS	50	KAS
J	150	Urean		
K	150	NTS		
L	150	Ureum		
M	150	KAS	advies	KAS

Object J is aangelegd om te testen op welk niveau de metingen en de eindopbrengst uitkomen na toediening van de bijbemesting volgens de geldende adviesregel.

Objecten A, B, C, E, F, G, H en M zijn voor dit onderzoek gebruikt. op deze objecten werd een bladsap analyse op 22 juni, 6 en 20 juli en 3 augustus uitgevoerd door ALTIC en gewasopname van stikstof bepaald. Tevens werd met de CropScan sensor op 22 juni, 5, 13, 20, 27 juli en op 3, 10, 17, en 31 augustus de gewasreflectie gemeten. De opbrengsten, sortering in de maten <28, 28-40, 40-50 en > 50 werden bepaald. Ook werden gehalten droge stof en N totaal en het onderwatergewicht en uitbetalingsgewicht door het laboratorium van ALTIC vastgesteld.

### 4.6.2 Resultaten

In deze zetmeelaardappelproef reageerde de opbrengst bij lage N-gift aan de basis duidelijk op stikstof (Tabel 24). Hogere, eenmalige N-giften aan de basis leidden echter niet tot een verdere opbrengststijging en bij giften boven de 130 kg N/ha zelfs tot een daling. Ook het OWG nam bij hogere N-gift af. Deling van de hoge N-gift leek daarentegen geen opbrengstdaling te geven, effecten waren niet significant.

De berekende economisch optimale N-gift bedraagt ca. 60 kg N per ha. Bij het bijmestobject was al een basisgift van 150 kg N per ha gegeven. Niet bijbemesten zou in dit geval het beste advies zijn geweest. Op zandgrond wordt zelden de Nmin-voorraad in het voorjaar gemeten, omdat deze na de winter laag is en weinig fluctuatie vertoont. Veerman et al. (2006) hebben daarom voor verschillende zetmeelaardappelrassen vaste waarden opgesteld als N-bemestingsrichtlijn, zonder rekening te houden met de Nmin-voorraad. Wel zijn de waarden gedifferentieerd naar zandgrond of dalgrond. Voor het Seresta op Kooijenburg (zandgrond) bedraagt deze richtlijn 250 kg N/ha. Ten opzichte van deze richtlijn gaf aardappelmonitoring een besparing op de gift van 70 kg N/ha en een hoger UBG door een hoger OWG.

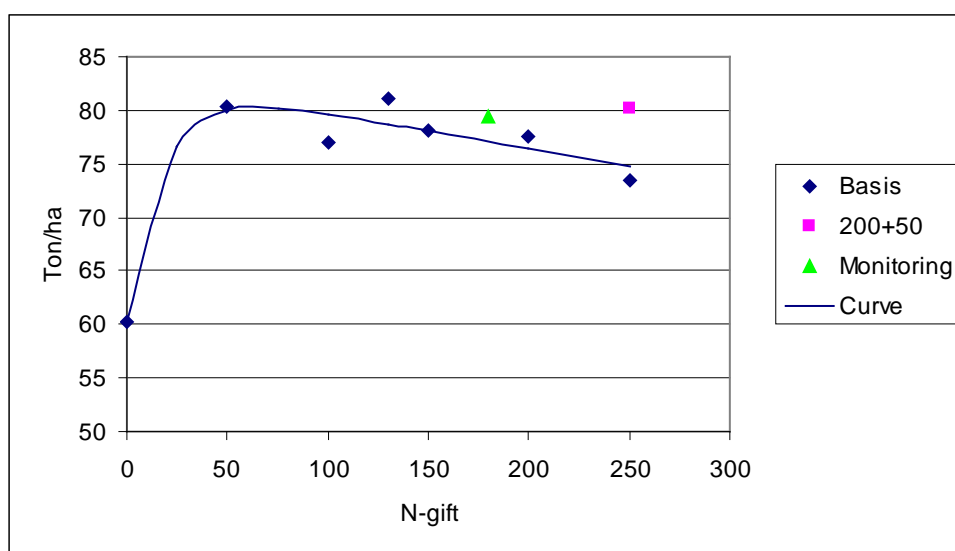


Er werd in de zomer onvoldoende grondbedekking door het loof bereikt om een betrouwbaar CropScan-advies te kunnen genereren.

Tabel 24 **Resultaten N-bemestingsproef Kooijenburg 2010**

Object	N-gift (kg N/ha)		Veldgewicht (ton/ha)	OWG (g)	UBG (ton/ha)
	Basisbemesting	Overbemesting			
A	0	-	42,3	528	60,3
B	50	-	55,8	532	80,3
C	100	-	54,1	528	76,9
D	130	-	57,8	522	81,1
E	150	-	55,5	522	78,1
F	200	-	57,1	508	77,6
G	250	-	57,0	488	73,5
H	200	50	61,8	490	80,2
M	150	30 <sup>1</sup>	57,8	513	79,5
LSD (p ≤ 0,05)			8,8	15	11,4

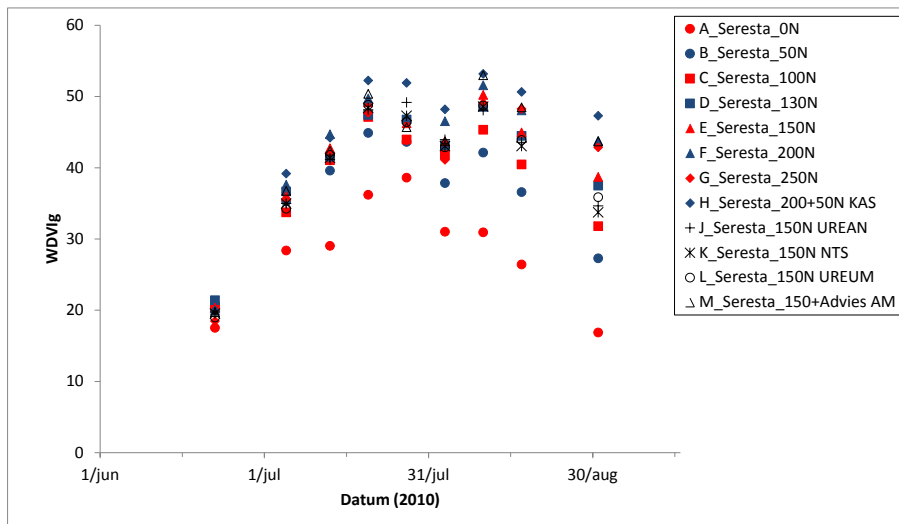
<sup>1</sup> Adviesgift volgens aardappelmonitoring



Figuur 27 *Uitbetalingsgewicht te Kooijenburg 2010. (Basis = eenmalige gift vóór poten; 200+50 = gedeelde gift; Monitoring = bemesting volgens aardappelmonitoring: 150 + 30; Curve = respons 'Basis' volgens exponentieel-lineair model)*

#### 4.6.3 Reflectiemetingen met de CropScan

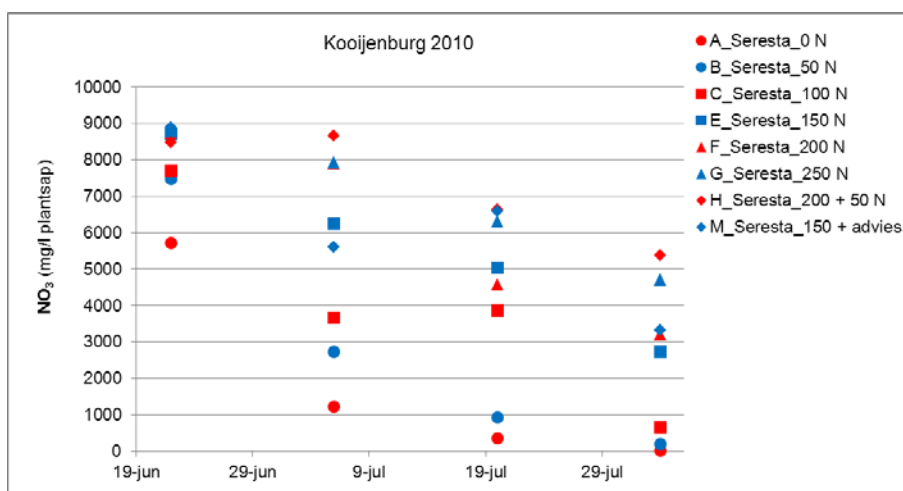
Het verloop in de tijd van de WDVI is weergegeven in Figuur 28. Net zoals bij de proeven die eerder in dit rapport besproken zijn, is er al vroeg onderscheid te maken tussen de nul-behandeling enerzijds en de overige behandelingen anderzijds. In deze proef worden de verschillen tussen de behandelingen (nul-behandeling uitgezonderd) zichtbaar vanaf begin augustus. In de behandelingen met de hoogste N giften blijft de WDVI tot eind augustus op een hoog nivo.



Figuur 28 Het verloop van de Vegetatielindex (WDVI) op de verschillende stikstoftrappen in Kooijenburg in groeiseizoen 2010

#### 4.6.4 Bepaling van het bijmestadvies (aardappelmonitoring)

Op 15 juli was het nitraatgehalte  $4.140 \text{ mg.l}^{-1}$  plantsap, tegenover  $5652 \text{ mg.l}^{-1}$  twee weken eerder. Het loofgewicht was 423 gram per plant, tegenover 133 gram per plant twee weken eerder - het loofgewicht was dus sterk toegenomen. Op basis van deze cijfers en ras specifieke ijklijn voor Seresta gaf aardappelmonitoring het advies om  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$  bij te mesten op behandeling M.



Figuur 29 De waarden van het nitraatgehalte in plantsap van aardappelbladsteeltjes bepaald op acht bemestingsobjecten op een stikstoftrappen proefveld op proefboerderij Kooijenburg te Rolde in 2010

## 4.7 Lelystad 2010 Consumptieaardappel

### 4.7.1 Doel en proefopzet

Stikstof bemestingsproefveld op locatie Flevoland (dhr. Eissens) met het aardappelras Agria. De proef werd uitgevoerd door Altic in opdracht van het productschap akkerbouw.

De proefopzet staat in Tabel 25. Voor het doel van dit onderzoek werden extra waarnemingen gedaan met de CropScan sensor en destructieve gewasanalyse voor opbrengst en stikstofgehalte op de objecten A,C,D,E,F,K,L,

Het proefveld ligt op een kleigrond. (mei 2006, afslibbaar 50%, org. Stof 3,2 %, pH 7,1; Pw-getal 23, K-getal 22). Het proefveld werd 2<sup>de</sup> helft april gepoot met een afstand in de rij van 27 cm. Tussen 6 juni en 23 september werd 16 maal gespoten tegen phytophthora en op 13 september met Reglone doodgespoten. Naast de variabele N bemesting volgens de proefopzet, zijn de aardappelen bemest met 170 kg K<sub>2</sub>O als Kali-60.

De groeiomstandigheden waren aanvankelijk koel met een gemiddelde neerslag in april en mei. Vanaf 13 mei werd het warmer met veel warme dagen in juni. De neerslag was tussen 13 mei en 10 juli gering (46 mm). De rest van het groeiseizoen had normale temperaturen en in augustus viel extreem veel neerslag 233 mm.

Tabel 25 **Proefopzet blokkenproeven stikstof bemesting in fritesaardappelen (ras Agria) bij teler Eissens in Lelystad 11 objecten in 4 herhalingen in 2010**

Code	basisbemesting		overbemesting	
	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha
	N-gift	meststof	N-gift	meststof
A	0	KAS		
B	130	KAS		
C	150	KAS		
D	200	KAS		
E	250	KAS		
F	200	KAS	50	KAS
G	150	Urean		
H	150	NTS		
J	150	Ureum		
K	150	KAS	advies	KAS
L	75	KAS		

Op 15, 29 juni en op 13 en 27 juli werd een bladsapanalyse uitgevoerd door Altic en gewasopname van stikstof bepaald. Tevens werden alle veldjes 9 maal met de CropScan sensor gemeten. Op: 15, 22 en 29 juni, op 6, 13 en 27 juli en op 3, 10 en 24 augustus werd de gewasreflectie gemeten. De vaste bijmestgift bij object F is op 12 juli gestrooid. Op 12 oktober werden de aardappels gerooid en daarna gesorteerd in de maten < 40, 40-50, 50-60, 60-70 en > 70 mm. Ook werden gehalten droge stof en N totaal en het onderwatergewicht en uitbetalingsgewicht door het laboratorium van Altic vastgesteld. Alle data werden in een database opgeslagen en van daaruit statistisch verwerkt.

### 4.7.2 Resultaten

In de consumptieaardappelproef te Lelystad (kleigrond) bleef de knolopbrengst (>40 mm) doorstijgen bij toenemende N-gift (Tabel 26). Bij de hoogste N-trap in de proef was er nog steeds een stijgende trend. De economisch optimale N-gift ligt buiten het meetbereik (>250 kg N/ha) en kan daardoor niet worden vastgesteld, extrapolatie is niet betrouwbaar (Figuur 30).

Een basisgift van 150 kg N/ha gaf een te laag N-aanbod voor de gehele groeiperiode van het gewas. Pas op 27 juli werd voldoende grondbedekking door het loof bereikt om een betrouwbaar CropScan-advies te kunnen genereren. Dit bedroeg:

- 72 kg N/ha na een basisgift van 130 kg N/ha;
- 63 kg N/ha na een basisgift van 150 kg N/ha.

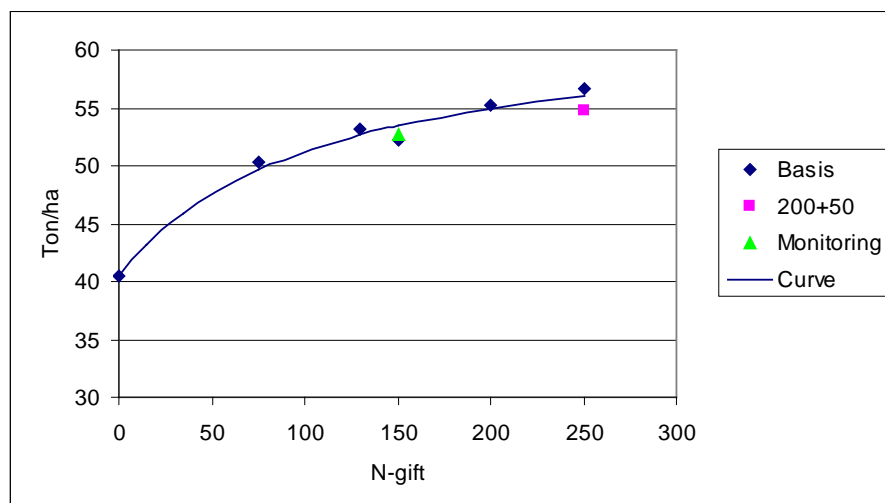
Hoewel de CropScan-methode detecteerde dat er een N-tekort was, zou het moment van bijbemesten waarschijnlijk te laat zijn geweest om nog de optimale opbrengst te kunnen behalen. Ingevolge de Flowchart

van de CropScan-methode (paragraaf **Error! Reference source not found.**) zou er in praktijk geen advies zijn gegeven en had de teler naar eigen inzicht moeten handelen. Aardappelmonitoring adviseerde om niet bij te bemesten. De teler zou totaal 200 kg N/ha hebben gegeven en ook dit zou aan de krappe kant zijn geweest.

Tabel 26 **Resultaten N-bemestingsproef Lelystad 2010**

Object	N-gift (kg N/ha)		Knolopbrengst		
	Basisbemesting	Overbemesting	Totaal (ton/ha)	>40 mm (ton/ha)	>50 mm (%)
A	0	-	43,7	40,5	61%
L	75	-	52,9	50,3	74%
B	130	-	55,9	53,2	78%
C	150	-	54,8	52,3	74%
D	200	-	57,6	55,2	75%
E	250	-	59,3	56,6	76%
F	200	50	57,5	54,8	74%
K	150	0 <sup>1</sup>	55,0	52,6	74%
LSD ( $p \leq 0,05$ )			2,8	2,9	5%

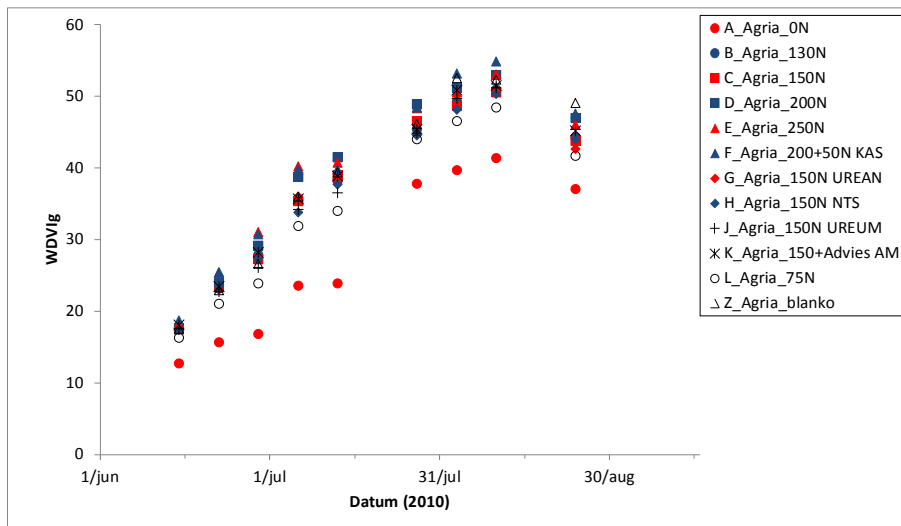
<sup>1</sup> Adviesgift volgens aardappelmonitoring



Figuur 30 **Knolopbrengst >40 mm te Lelystad 2010 (Basis = eenmalige gift vóór poten; 200+50 = gedeelde gift; Monitoring = bemesting volgens aardappelmonitoring: 150 + 0; Curve = respons 'Basis' volgens lineair/lineair model)**

#### 4.7.3 Reflectiemetingen met de CropScan

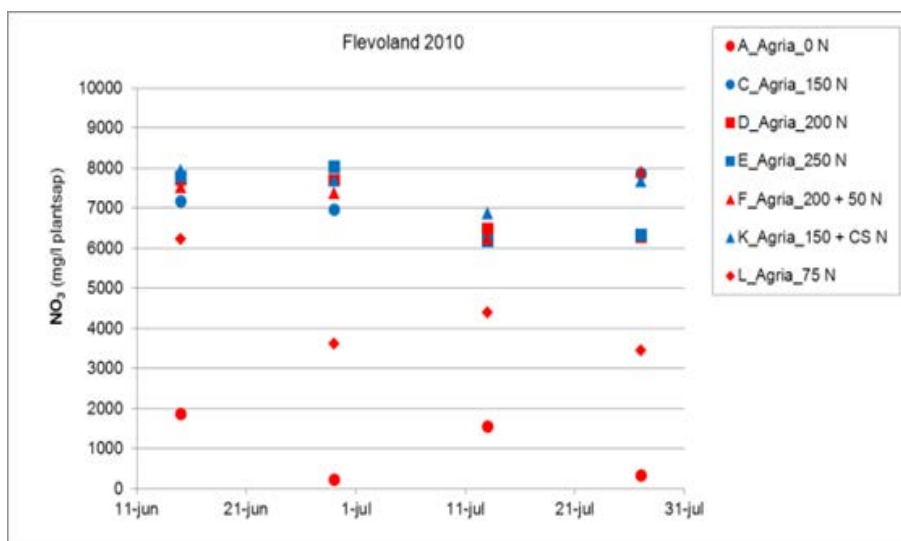
Het verloop in de tijd van de WDVI is weergegeven in Figuur 31. Ook in deze proef is er al vroeg een duidelijk onderscheid tussen de nul-behandeling enerzijds en de overige behandelingen anderzijds. Verder valt op dat een basisgift van 75 kg N/ha duidelijk tot uitdrukking komt in de WDVI. Verschillen tussen overige behandelingen zijn aanmerkelijk kleiner.



Figuur 31 Het verloop van de Vegetatielindex (WDVI/groen) op de verschillende stikstoftrappen in Lelystad in groeiseizoen 2010

#### 4.7.4 Resultaten gewasanalyse aardappelmonitoring

De plantsapmetingen die als basis dienen voor het aardappelmonitoring advies worden gegeven in Figuur 32. Net als bij de WDVI wijken de metingen in de nul-behandeling af van de metingen in de overige behandelingen. Het verschil tussen behandeling L (basisgift 75 kg N ha<sup>-1</sup>) en de overige behandelingen (uitgezonderd de nul-behandeling) is in deze metingen groter dan bij de WDVI-metingen. De nitraat-gehalten komen niet in de buurt van de norm-lijn (Van Dijk and Van Geel, 2010) en, zoals al aangegeven in paragraaf 4.7.2, en geven geen aanleiding om bij te mesten.



Figuur 32 De waarden van het nitraatgehalte in plantsap van aardappelbladsteeltjes bepaald op zeven bemestingsobjecten op een stikstoftrappen proefveld met het ras Agria bij bedrijf Eijssens Flevoland in 2010

## 4.8 Rusthoeve 2010 Consumptieaardappel

### 4.8.1 Doel en proefopzet

Op proefboerderij Rusthoeve bij Colijnsplaat op Noord Beveland is een blokkenproef aangelegd met 8 Stikstofbemesting objecten in 3 herhalingen in aardappelen van het ras Victoria. De objecten staan in Tabel 27.

Tabel 27 **Proefopzet blokkenproef in 3 herhalingen en acht stikstof bemestingsobjecten in tafelaardappel aardappel (ras Victoria) in 2010 op proefboerderij rusthoeve in Colijnsplaat**

Object	N-bemesting (kg N/ha)		N-bemesting (kg N/ha) <i>totaal</i>
	1 <sup>e</sup> gift Na poten	2 <sup>e</sup> gift Bij knolzetting	
A	0	0	0
B	100	0	100
C	100	150	250
D	100	Advies CropScan	100 + 100
E	150	0	150
F	150	100	250
G	150	Advies CropScan	150 + 50
H	250	0	250

De proef lag op een perceel lichte kleigrond (21% afslibbaar, 14% lutum, CaCO<sub>3</sub> 8%) met een organische stofgehalte van 1,7 %. De fosfaat toestand was goed (PW 37; P-AL 51) De bodem analyse is van april 2010. In Tabel 28 staat de bemesting zoals deze is uitgevoerd.

Tabel 28 **Bemesting zoals deze is uitgevoerd**

Datum	gewasstadium	objecten	Meststof	hoeveelheid (kg/ha)
10-5-2010	na poten	B t/m H	KAS 27%	volgens proefopzet
17-5-2010	na poten	A t/m H	Kali-60	300 kg/ha K <sub>2</sub> O
14-5-2010	na poten	A t/m H	Tripelsuperfosfaat 46%	133 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1-7-2010	bij knolzetting	C en F	KAS 27%	volgens proefopzet
9-7-2010	bij knolzetting	D en G	KAS 27%	D: 100 kg/ha N G: 50 kg/ha N
29-6-2010	bij knolzetting	A t/m H	Kali-60	200 kg/ha K <sub>2</sub> O

### 4.8.2 Resultaten

In de consumptieaardappelproef op Rusthoeve was er bij de lagere N-giften een sterke opbrengstreactie op de stikstofbemesting, maar boven de 150 à 200 kg N/ha was er geen reactie meer c.q. leek de opbrengst (>28 mm) zelfs af te nemen. Deling van de stikstofgift had geen significant effect op de opbrengst ten opzichte van een eenmalige gift aan de basis (Tabel 29).

Door het ontbreken van N-trappen als eenmalige gift aan de basis tussen de 150 en 250 kg N/ha, is het lastig om de optimale N-gift goed te schatten. Daarom zijn voor het opstellen van de responscurve de gedeelde N-giften er ook in betrokken. De hoogste opbrengst werd behaald bij een N-gift van ongeveer 185 kg N/ha (Figuur 33). De economisch optimale N-gift bedroeg ongeveer 170 kg N/ha (op basis van de responscurve). Bij een basisgift van 100 kg N/ha was N-aanbod te laag voor de gehele groeiperiode van het gewas.

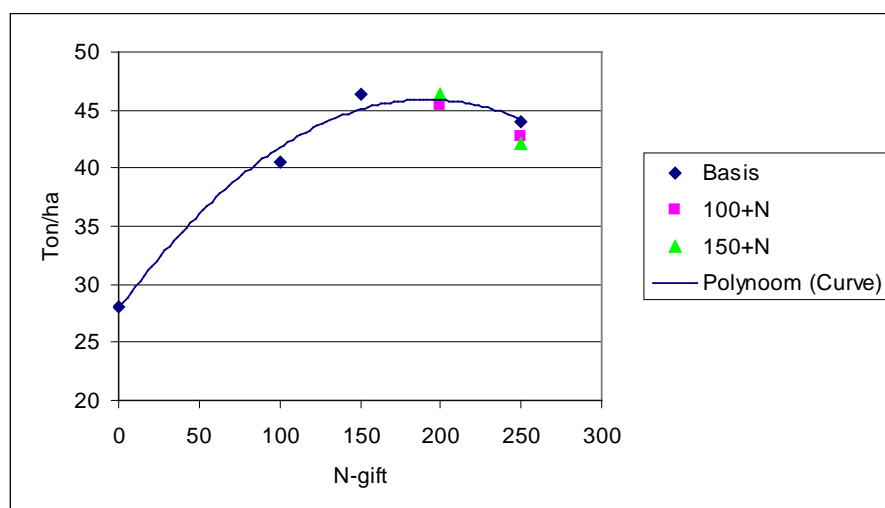
Er werd in de zomer onvoldoende grondbedekking door het loof bereikt om een betrouwbaar CropScan-advies te kunnen generen. De objecten in de proef zijn ook gevolgd met aardappelmonitoring, maar er was geen bijmestobject op basis van monitoring in de proef opgenomen. Na een basisgift van 100 kg N per ha zou er tenminste 60 kg N per ha zijn bijbemest. Na een basisgift van 150 kg N per ha zou er 40 kg N per ha zijn bijbemest. Bij een basisgift van 250 kg N per ha zou monitoring ook een bijmestadvies hebben gegeven van 40 kg N per ha.

De richtlijn van het handelshuis (Nedato) is voor Victoria 250 kg N/ha, waarvan 150 kg N/ha aan de basis. Ten opzichte van de richtlijn was door een goede voorspelling van de actuele N-behoefte (een beperkte

bijmestgift na de basisgift van 150 kg N/ha) een forse besparing op de N-gift mogelijk plus een wat hogere opbrengst.

Tabel 29 **Resultaten N-bemestingsproef Rusthoeve 2010**

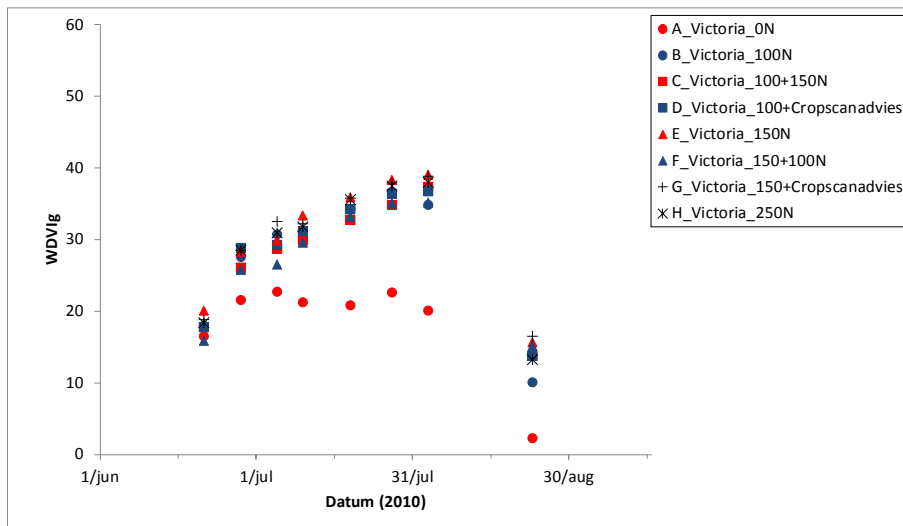
Object	N-gift (kg N/ha)		Totaal (ton/ha)	Knolopbrengst		OWG (g)
	Basisbemesting	Overbemesting		>28 mm (ton/ha)	>50 mm (%)	
A	0	0	28,8	28,1	20%	410
B	100	0	41,0	40,5	45%	417
C	100	150	43,3	42,8	43%	407
D	100	100	46,0	45,5	49%	417
E	150	0	47,0	46,3	46%	416
F	150	100	42,6	42,2	51%	416
G	150	50	46,8	46,3	47%	414
H	250	0	44,4	44,0	46%	420
LSD ( $p \leq 0,05$ )			6,2	6,2	12%	10



Figuur 33 *Knolopbrengst >28 mm op Rusthoeve 2010. (Basis = eenmalige gift vóór poten; 100+N resp. 150+N = basisgift van 100 resp. 150 kg N/ha en bijmestgiften van 50 en 100 kg N/ha; Curve = respons 'Basis' volgens 2<sup>e</sup> graads polynoom)*

#### 4.8.3 Reflectiemetingen met de CropScan

Het verloop in de tijd van de WDVI is weergegeven in Figuur 34. Net als in veel andere proeven in dit rapport, is ook hier al in een vroeg stadium een duidelijk verschil zichtbaar tussen de nul-behandeling enerzijds en de overige behandelingen anderzijds. Verschillen tussen de overige behandelingen zijn aanmerkelijk kleiner. Dit is ook zichtbaar in het verloop van de N-inhoud in de tijd (Figuur 36). De metingen op 23 augustus geven aan dat het gewas op dat moment aan het afsterven was.



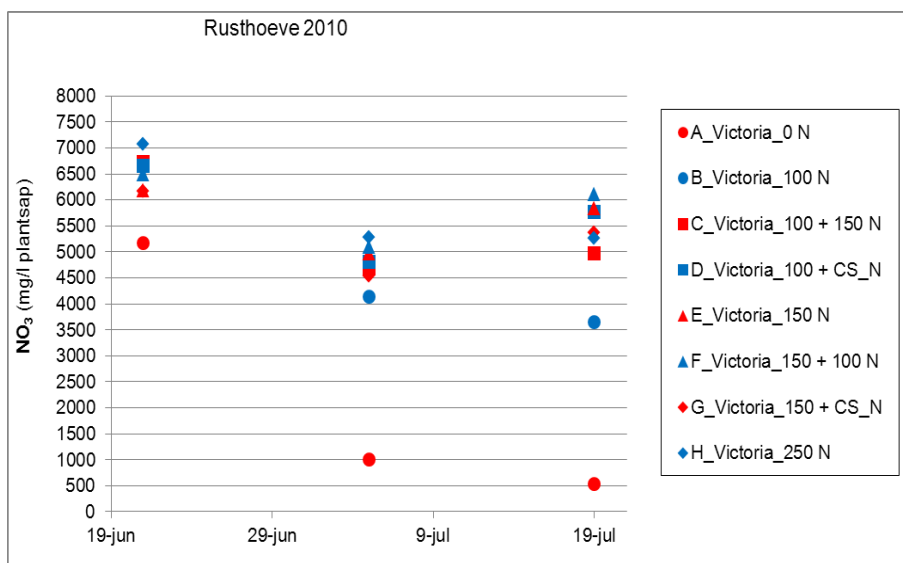
Figuur 34 Het verloop van de Vegetatielindex (WDVlgroen) op de verschillende stikstoftrappen op proefboerderij de Rusthoeve te Colijnsplaat in 2010

#### 4.8.4 Stikstofopname door het gewas

Op 21 juni, 5 juli en 19 juli zijn gewasmonsters genomen en is het loofgewicht van zes planten gemeten. Het totale stikstofgehalte in gram per kilogram, de NO<sub>3</sub> concentratie in het bladsap in mg per liter zijn bepaald. Het nitraatgehalte van het bladsap is weergegeven in Figuur 35 en de N-inhoud van het gewas is weergegeven in Figuur 36. In

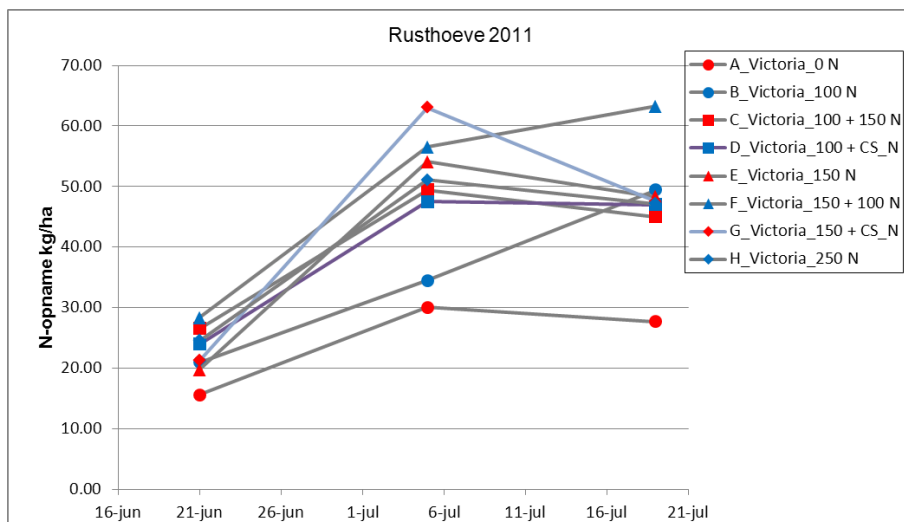
Tabel 30 zijn stikstof bijmestadviezen voor de objecten op basis van aardappelmonitoring weergegeven.

	A	B	C	D	E	G	H
	0 N	100 N	100+150 N	100+CS N	150 N	150+CS N	250 N
21 juni 2010	0	0	0	0	0	0	0
5 juli 2010	75	60	50	40	40	50	40
19 juli 2010	50	20	0	0	0	0	0



Figuur 35 Resultaten van plantsapanalyse op een stikstofbemestingsproefveld in consumptieaardappel (ras Victoria) in 2010





Figuur 36 N-inhoud ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) van het loof op een stikstofbemestingsproefveld in consumptie aardappel (ras Victoria) in 2010

Tabel 30 Stikstof bijmestadvies aardappelmonitoring op 7 objecten en bij drie bemonsteringstijdstippen op een stikstof proefveld met consumptieaardappel (ras Victoria) in 2010 op proefboerderij Rusthoeve

	A 0 N	B 100 N	C 100+150 N	D 100+CS N	E 150 N	G 150+CS N	H 250 N
21 juni 2010	0	0	0	0	0	0	0
5 juli 2010	75	60	50	40	40	50	40
19 juli 2010	50	20	0	0	0	0	0

## 4.9 Praktijkmonitoring 2010 Vierhuizen pootgoed

### 4.9.1 Doel en proefopzet

Op het praktijkbedrijf van Mts Claassen in Vierhuizen (Groningen) zijn waarnemingen gedaan met de CropScan sensor en zijn de stikstofinhoud en opbrengst van aardappelen bepaald. Binnen het perceel zijn 3 plots aangelegd, elk met een oppervlakte van 20\*30 meter. Op de plots is onderstaande stikstofbemesting gegeven:

- Alleen basisbemesting bij poten (80 kg N)
- Dubbele basis bemesting bij poten (150 kg N)
- Basis bemesting bij poten (80 kg N) + bijbemesting bij knolzetting (20 kg N)

Deze opzet is tot stand gekomen in overleg met de teler. Op de landbouwspruit zijn twee CropCircle sensoren gemonteerd. Bij de fytoftora bespuitingen is de gewasreflectie met deze sensoren opgenomen. Op de drie plots is het gewas periodiek gemonitord door middel van metingen met de CropScan sensor, plant analyse voor het bepalen van de groei en de stikstofinhoud.

Bij de eind oogst zijn per object 5 monsters genomen waarvan de sortering, het aantal knollen en het gewicht afzonderlijk bepaald is. Vervolgens zijn deze 5 monsters per object bij elkaar opgeteld en gemiddeld zodat een representatief beeld ontstaat van de opbrengst, sortering en het aantal knollen van het betreffende object.

Van iedere plot zijn onderstaande data vastgelegd:

- GPS coördinaten (< 1 meter afwijking)
- N-mineraal na de teelt
- Waarnemingen met CropCircle (7x)
- Waarnemingen met CropScan (6x)
- Destructieve gewasanalyses (3x)
- Bladsteeltjesonderzoek (3x)
- Opbrengstbepaling en sortering met behulp van de Miedema Smartgrader

- Bepaling N-inhoud knollen

Op de dagen dat de gewasanalyses werden uitgevoerd zijn ook de CropCircle en de CropScanmetingen uitgevoerd. Daarnaast werd het hele perceel zeven maal gescand met de CropCircle die op de veldspuit van de heer Claassen is geïnstalleerd.

Bij de eindoogst zijn per object 5 monsters genomen waarvan de sortering, het aantal knollen en het gewicht afzonderlijk bepaald is. Vervolgens zijn deze 5 monsters per object bij elkaar opgeteld en gemiddeld zodat een representatief beeld ontstaat van de opbrengst, sortering en het aantal knollen van het betreffende object.

#### 4.9.2 Resultaten

Tabel 31 **Opbrengst en knolaantal per plot bij praktijkexperiment Claassen 2010**

Plotnr/Object	Opbrengst (kg/ha)	Aantal knollen
Plot 1 (dubbel) 150	52.987	871
Plot 2 (enkel) 80	54.382	920
Plot 3 (standaard) 80 + 20	51.778	936

Uit Tabel 31 blijkt dat plot 1, dubbele bemesting aan de basis (150 kg N) de laagste opbrengst en het laagste aantal knollen had. Gedurende het seizoen ontwikkelde zich in dit plot de grootste hoeveelheid loof. De sterke loofontwikkeling ging ten koste van de knolproductie.

Tabel 32 geeft de sortering binnen de plots weer. Ook hier blijkt dat plot 1 in de financieel meest aantrekkelijke sortering (35-55) het laagste scoort, 57% (34.0 kg) ten opzichte van respectievelijk 62% (38.0 kg) en 66% (38.5 kg) voor plot 2 en plot 3.

In plot 3 is de absolute opbrengst het laagst maar dit plot levert wel de meest gunstige sortering op, waardoor het financiële resultaat vergelijkbaar is met dat van plot 2 en hoger uitvalt dan dat van plot 1.

Tabel 32 **Gewicht per sortering per plot bij praktijkexperiment Claassen 2010**

Sortering (gram/monster)	Plot 1 (dubbel)	Plot 2 (enkel)	Plot 3 (standaard)
<25	59.9 (0)	70.9 (0)	146.0 (0)
25-28	427.2 (1)	364.1 (1)	493.4 (1)
28-35	2804.5 (5)	2776.4 (5)	3021.5 (5)
35-40	4261.4 (7)	5706.2 (9)	5421.8 (9)
40-55	29690.9 (50)	32256.1 (53)	33073.6 (57)
55-60	9668.1 (16)	8505.7 (14)	7620.9 (13)
60-65	7629.6 (13)	5908.8 (10)	5381.0 (9)
>65	4862.1 (8)	5218.8 (9)	2922.0 (5)

#### 4.9.3 Reflectiemetingen met de CropScan

De uit de sensorwaarnemingen berekende WDVI en de stikstofinhoud zijn op drie tijdstippen gemeten. De resultaten zijn in Tabel 33 weergegeven. De N-inhoud in de droge stof is bepaald aan het bovengrondse gewasdeel.

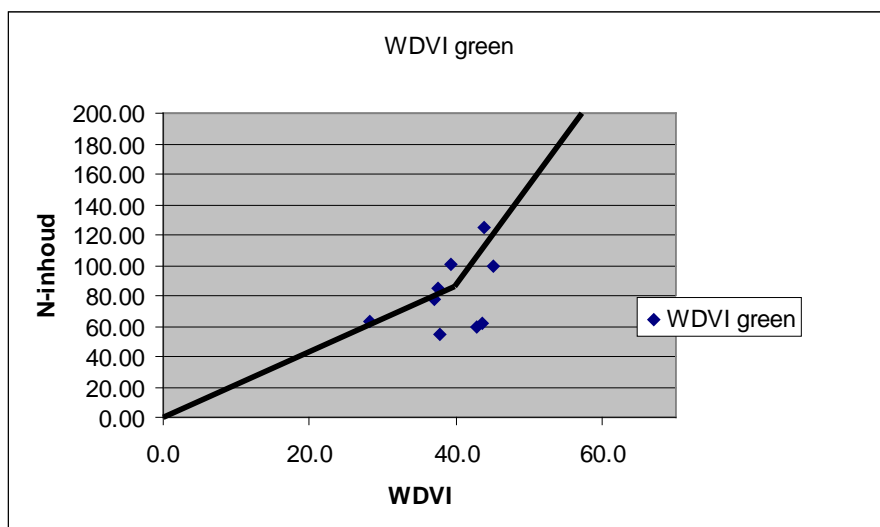
De vegetatie Index van plot 3 bleef in de 1e helft van het groeiseizoen achter terwijl de 2e helft van het groeiseizoen de vegetatie-index hoger was. Deze ontwikkeling is niet alleen door de verschillen in bemesting veroorzaakt, hier moet ook een andere factor een rol van betekenis gespeeld hebben.

Tabel 33 **WDVI-groen en WDVI-rood (CropScan) en stikstofopname in het loof van aardappelen bij drie stikstofniveaus op praktijkperceel (Claassen) in Vierhuizen Groningen 2010**

Plotnr/Object	Datum	N kg/ha real	WDVI-groen	WDVI-rood
Plot 1 (dubbel) 150 N	21-jun	63.36	28.2	34.7
	6-jul	99.03	45.0	50.8
	14-jul	125.22	43.7	52.6
Plot 2 (enkel) 80 N	21-jun	100.03	39.3	48.8
	6-jul	61.94	43.6	50.1
	14-jul	58.95	42.7	52.5
Plot 3 (standaard) 80 + 20	21-jun	85.39	37.4	46.2
	6-jul	77.88	37.0	42.8
	14-jul	55.04	37.7	46.0

Opvallend is dat het plot 1 (de hoogste N gift) bij de eerste bemonstering de laagste stikstof opname te zien gaf. Daarna had dit plot wel steeds de grootste stikstofinhoud. De andere twee plots reageren naar verwachting. Op 6 juli, na de bijbemesting, is de standaard hoger dan het plot zonder bijbemesting. Voor het bepalen van stikstofinhoud zijn telkens 6 opeenvolgende planten geoogst. Van deze planten is het gewicht, het droge stof- en het stikstofgehalte bepaald. Met behulp van de plantdichtheid is de stikstof inhoud per hectare berekend. Doordat de behandelingen in enkelvoud zijn gedaan kunnen de verschillen niet statistisch worden getoetst.

De relatie WDVI en stikstofinhoud is vergeleken met het verband dat Booij in 2003 vaststelde. Het betreft hier slechts 9 metingen. Figuur 37 geeft de positie van de meetwaarden bij Claassen weer ten opzichte van de Booij relatie.



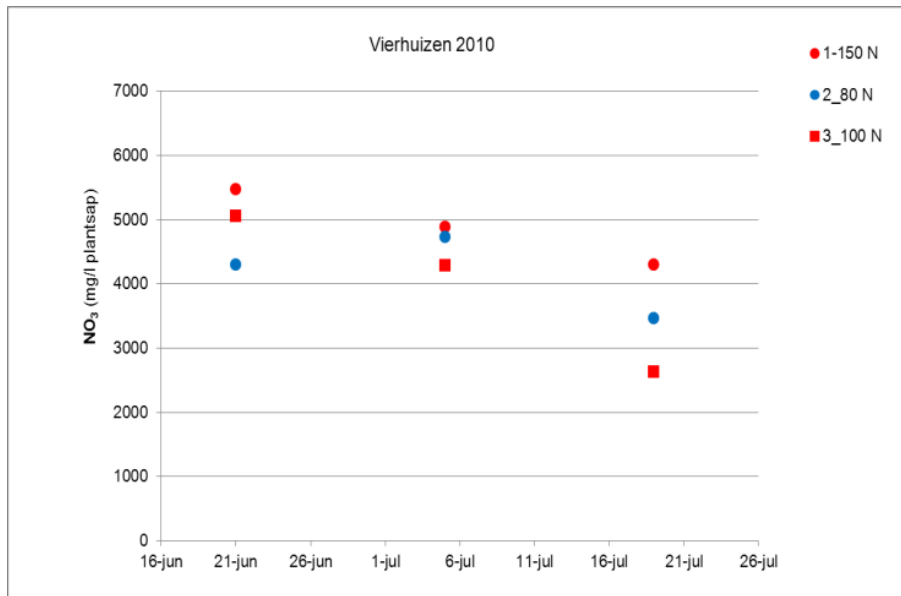
Figuur 37 *De relatie WDVI uit metingen met de CropScan vastgesteld in onderzoek van Booij 2002 en de stikstofopname op het praktijkperceel van Claassen 2010*

De grafiek geeft aan dat zes van de negen punten dicht bij de ijklijn liggen. Drie punten wijken sterk af. Bij de WDVI van rond de 40 zou volgens de ijklijn een 20-40 kg hogere stikstof opname horen. Dit kan te maken hebben met:

- De wijze waarop de N-inhoud monsters zijn genomen, slechts zes planten bij elkaar terwijl de CropScan meting over het hele plot is gedaan.
- De betreffende punten zijn gemeten op 6 en 14 juli. In die periode was het zeer droog, dit zou de sensorwaarde beïnvloed kunnen hebben. Het gewas had echter geen zichtbare droogtestress in die periode.
- Onregelmatigheid in het perceel. Uit de opnamen met de CropCircle sensoren over het hele perceel blijkt dat de zone waarin plot 3 lag, zich trager ontwikkelde.

#### 4.9.4 Stikstofopname door het gewas

In Figuur 38 is het verloop in de tijd weergegeven van het nitraat-gehalte in het bladsap. De algemene trend voor deze variabele om in de loop van het groeiseizoen af te nemen, is zichtbaar. De figuur laat zien dat het object met een dubbele basisbemesting (150 kg N/ha) consequent de hoogste nitraatgehaltenes vertoont. Bij de andere twee objecten is het minder duidelijk; het object met bijbemesting heeft bij de eerste meting een hoger nitraatgehalte dan het object met alleen een enkelvoudige basisgift, maar bij de laatste twee metingen heeft het een lager nitraatgehalte.



*Figuur 38 Nitraatgehalte in bladsap in de proef in Vierhuizen in 2010*

## 4.10 Ijklijn voor sensorwaarde en stikstofinhoud van het gewas

Bij een adviseringsconcept op basis van sensorinformatie waarmee de stikstofinhoud wordt gemeten, is de vegetatie-index die daarvoor wordt gebruikt, heel belangrijk. De vegetatie-index moet een hoge correlatie hebben met de stikstofinhoud van het gewas. In het voorgaande is, op basis van kennis en ervaring opgedaan in het verleden, de WDV (Weighted Difference Vegetation Index) gebruikt. In het onderstaande wordt de voorspellende waarde van de WDV vergeleken met de voorspellende waarde van een aantal andere vegetatie-indices.

De vegetatie indices NDVI,  $WDV_{\text{groen}}$ ,  $WDV_{\text{rood}}$  en REP (Red Edge Position) zijn vergeleken. Deze laatste is berekend door de formule uit het proefschrift van (Jongschaap, 2006), zie ook (Jongschaap and Booij, 2004)) met behulp van niet lineaire regressie te fitten op elke individuele meting.

$$r = A + \frac{C}{1 + e^{-B(g-M)}}, \quad (1)$$

Waarbij  $r$  = reflectie (%),  $g$  = golflengte (nm), en  $B$ ,  $M$  en  $C$  zijn parameters. De red edge position (REP) is nu gelijk aan  $M$ , de golflengte waar het buigpunt van de curve zich bevindt met hoogte halverwege de onderasymptoot,  $A$ , en bovenasymptoot,  $A+C$ . Bij het fitten van de curve aan de data zijn de golflengten 490, 510, 560 en 610 buiten beschouwing gelaten omdat bij deze golflengten in groen en rood de reflectie hoger is dan in blauw, maar we geïnteresseerd zijn in de respons in het infrarood. Ook de golflengten 900, 970 en 1080 zijn buiten beschouwing omdat bij 900 en 970 nanometer de reflectie daalde en bij 1080 soms weer hoger was.

Voor de relatie met stikstof in gewas en index,  $x$ , paste het model

$$Nopname = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2. \quad (2)$$

redelijk goed, maar had als nadeel dat de curve bij een lage index weer begon te stijgen. Dit kon ondervangen worden door over te gaan op een exponentiële curve:

$$Nopname = e^{\beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2}, \quad (3)$$

Het model kan ook geschreven worden als

$$\log(Nopname) = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2. \quad (4)$$

De parameters zijn gefit met een Generalized Linear Model (Mc Cullagh and J.A., 1989), waarbij  $\beta_0$  geschat is per ras en locatie. Het had geen zin om  $\beta_1$  en  $\beta_2$  per ras en locatie te schatten, dat wil zeggen er was geen significante interactie tussen index en locatie en ras en ook niet tussen  $index^2$  en locatie en ras.

Tabel 34 **Percentage verklaarde variantie per Vegetatie Index Nopname 1 = gemeten Nopname, Nopname 2 = gemeten Nopname wanneer ook ondergrondse Nopname was gemeten. Ntotaal = opname boven + ondergronds**

	% VA above	% VAAbove	%VANtotal
NDVI	68.71	69.02	67.89
WDVI gr	79.42	71.16	70.42
WDVI ro	77.55	74.54	72.74
REP6	67.19	66.64	71.03
REP3	70.03	64.45	63.23
Rep	71.27	64.74	67.36

De conclusie uit het voorgaande is dat WdVI (groen of rood) de beste voorspelling van de N opname (kg/ha) geeft. Dit kan verklaard worden uit het feit dat de concentratie van N in aardappel-blad slechts in geringe mate beïnvloed wordt door beschikbaarheid van N (Vos, 2009): een aardappelgewas maakt simpelweg minder blad als er slechts beperkt N beschikbaar is. Dit staat in contrast met bijvoorbeeld maïs waar de concentratie van N in blad wel afneemt. Omdat de hoeveelheid blad in aardappel een goede maat is voor de N-opname, en omdat WdVI in feite de hoeveelheid blad meet, is de WdVI geschikt om de N-inhoud van een aardappelgewas te bepalen.

## 4.11 IJklijn sensorwaarde en stikstofinhoud van het gewas afhankelijk van ras, bodem en/of teeltdoel

De reflectie die boven een gewas wordt gemeten, bestaat voor een deel uit straling die door de bodem wordt gereflecteerd en voor een deel uit straling die door het gewas wordt gereflecteerd. Het is dus voorstelbaar dat de bodemsoort invloed heeft op de meting. Hierbij valt onder meer te denken aan verschillen tussen klei en zand, maar bijvoorbeeld ook aan verschillen in het gehalte organische stof in de bodem. Het is eveneens voorstelbaar dat het gewas invloed heeft op de meting. Hierbij valt onder meer te denken aan de verschillen in loofgroei (bijvoorbeeld recht opstaand loof versus een meer gespreide bedekking). Zulke verschillen kunnen bepaald zijn door ras, maar kunnen wellicht ook teruggevoerd worden op de bodem. Zo is aardappelloof op zand veelal langer dan op klei.

De proeven die in dit rapport worden beschreven zijn niet opgezet om systematisch naar het bestaan van dit soort verschillen te zoeken. Wel kunnen de data gebruikt worden om na te gaan of er aanwijzingen bestaan dat ras, bodem en/of teeltdoel invloed hebben op de relatie tussen vegetatie-index en N-opname van het gewas.

### 4.11.1 Invloed van ras

In paragraaf 4.5.3 is de proef te Kollumerwaard beschreven waarin reflectiemetingen zijn gedaan aan een drietal representatieve pootaardappellrassen, te weten Mondial (laat), Monalisa (midden vroeg) en Annabelle (vroeg). Voor het bepalen van de relatie tussen de N-inhoud van het gewas (onder verschillende bemestingsniveaus) en de reflectiewaarden van de sensor (vertaald naar bekende vegetatie indices) is in deze proef op een drietal momenten de N-inhoud van het gewas bepaald door het nemen van monsters van bovengronds plantmateriaal (hele planten). Kort voor het nemen van dat monster is op dezelfde plek een meting verricht met de CropScan.

De volgende vegetatie-indices zijn berekend met behulp van de CropScan:

- NDVI
- WdVI (groen en rood)
- REP

In een serie tabellen en grafieken die nu volgen wordt gekeken naar de mate waarin er een relatie is tussen de verschillende indices zoals hierboven weergegeven en de N-inhoud van de plant. Interessant daarbij is om te kijken of er een verschil waar te nemen is tussen de verschillende rassen of dat deze relatie over alle rassen gelijk is. Let wel, een eventuele relatie tussen de index en de inhoud over alle rassen zegt niets over de bemesting van die rassen. Het is op voorhand al helder dat het ene (type) ras een hele andere N-behoefte heeft als het andere (type) ras. Dat onderdeel van het verhaal wordt besproken in paragraaf 3.3.

Tabel 35 **Correlaties tussen diverse vegetatie indexen en de N-inhoud bij drie rassen in een proef op Kollumerwaard 2010**

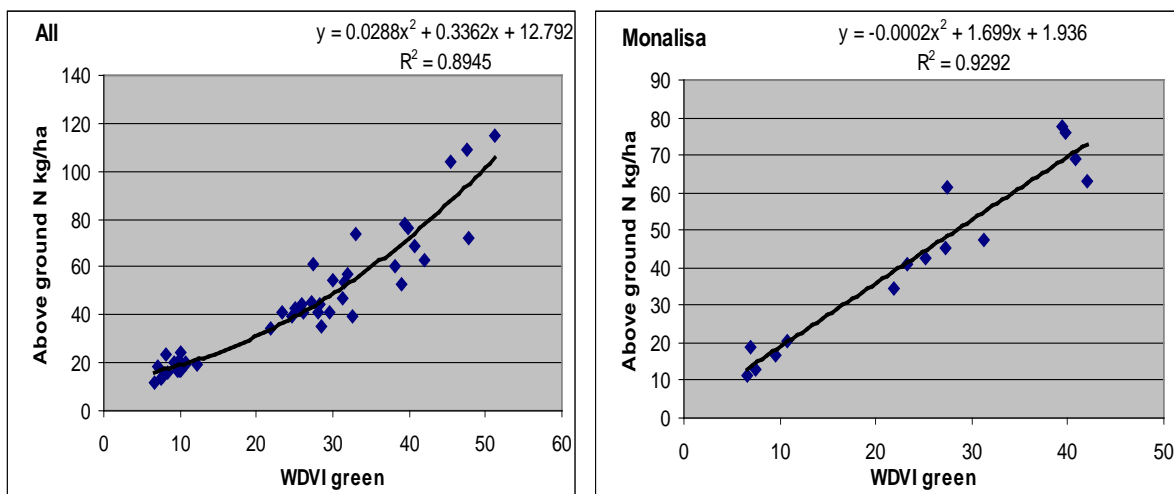
Index	Totaal	Annabelle	Monalisa	Mondial
NDVI	0.76	0.79	0.89	0.84
WdVI-green	0.89 / 8.6	0.82 / 8.0	0.93 / 6.1	0.91 / 10.3
WdVI-red	0.88	0.82	0.93	0.89
REP	0.67	0.45	0.80	0.74

Tabel 35 geeft de  $R^2$  weer die berekend is tussen de N-inhoud en de WdVI-green. De  $R^2$  is een maat die de correlatie weergeeft tussen twee parameters. Een  $R^2$  van 0 geeft aan dat er totaal geen sprake is van een verband, een  $R^2$  van 1 betekent een zeer betrouwbaar verband. Uit de tabel blijkt dat zowel de WdVI-groen als ook de WdVI-rood het sterkste verband laten zien met de hoeveelheid stikstof in het gewas vergeleken met de

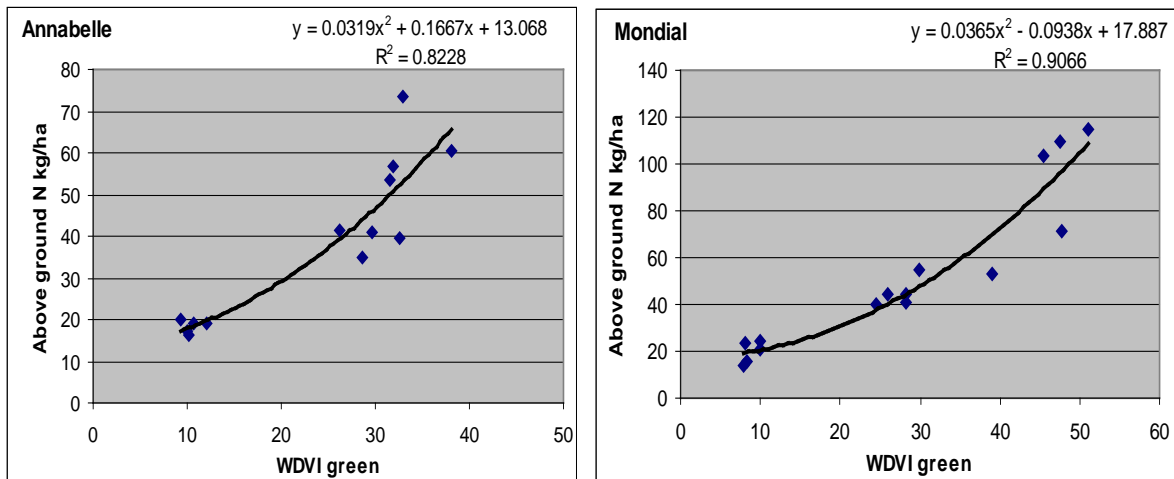
NDVI en de REP.

Naast de correlatie is ook de Standaard deviatie (Sd) van belang. De Sd geeft de mate weer waarin een berekende waarde kan afwijken van de werkelijke waarde. De Sd is in de tabel berekend voor WdVI-green en geeft aan dat de voorspelde hoeveelheid stikstof in de plant +/- 8 kg/ha kan afwijken. Uit de puntenwolk in de grafieken valt daarbij op te maken dat de afwijking in het gebied met de hogere waarden (voor zowel N inhoud als ook WdVI) iets groter is dan de afwijking bij de lagere waarden. De afwijking in procenten zal over het hele gebied dus ongeveer gelijk zijn.

Figuur 39 en Figuur 40 geven de relatie weer tussen de WdVI en de hoeveelheid stikstof in het bovengrondse gewasdeel. Figuur 39 geeft het verband weer van alle rassen bij elkaar en van het ras Monalisa apart. Figuur 40 geeft deze relatie weer bij de rassen Annabelle en Mondial. Er zijn geringe verschillen in de correlatie bij de individuele rassen ten opzichte van de drie rassen samen. Uit de vergelijking tussen de rassen blijkt dat de rassen Annabelle en Monalisa een lagere N-inhoud hebben bereikt dan het ras Mondial. De waarden bij Monalisa en Annabelle gaan tot maximaal 80 kg/ha. Bij het ras Mondial loopt de N-inhoud op tot maximaal 120 kg/ha.



Figuur 39 Relatie WdVI en stikstofinhoud (bovengronds voor alle rassen en voor Monalisa)

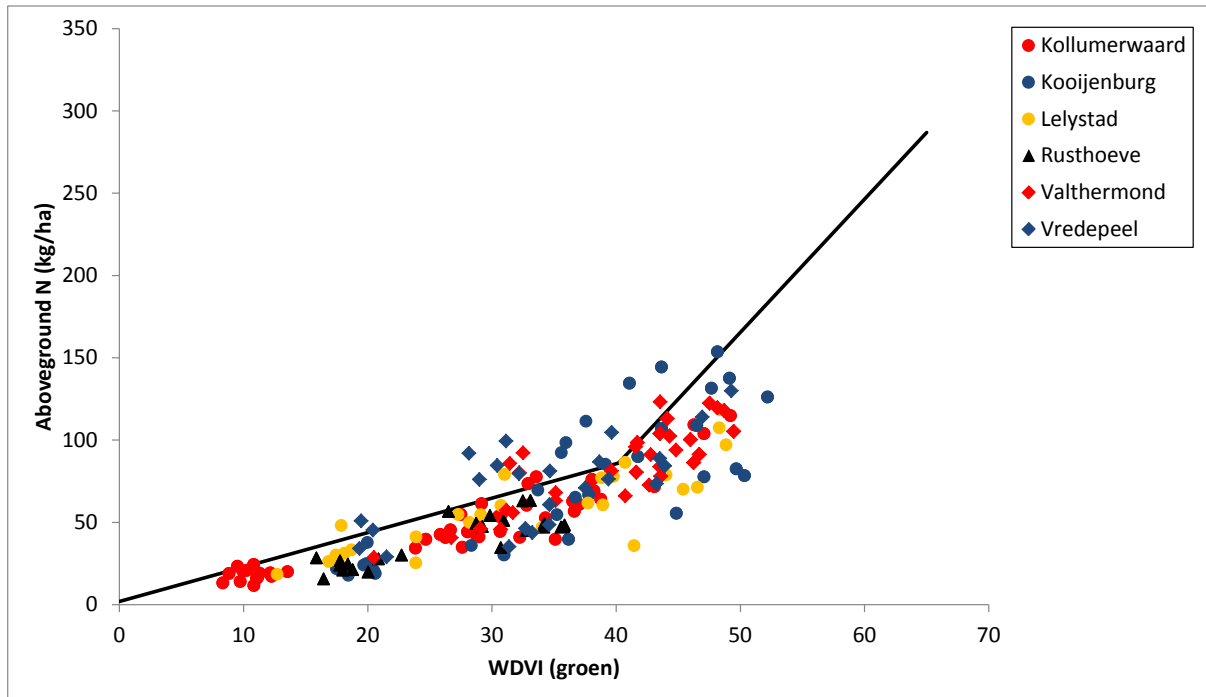


Figuur 40 WdVI en Stikstof inhoud in het bovengrondse deel van het gewas voor Annabelle en Mondial

Op basis van de statistische analyse van de correlatie en standaarddeviatie mogen we concluderen dat er voor het bepalen van de N inhoud op de proef te Kollumerwaard geen rassen-specifieke ijklijnen ontwikkeld hoeven worden. Dit betekent niet dat voor alle rassen ook hetzelfde stikstofbijmestadvies geldt. Met rasafhankelijke streefwaarden kan differentiatie in stikstof bijmestadviezen worden ontwikkeld. Een rasafhankelijke verfijning van de bijmestadviezen is niet aangebracht in de adviesmethode Booij.

## 4.11.2 Invloed van bodem en/of teeltdoel

De waarnemingen van WDWI en N-inhoud van het gewas die in de zes in 2010 uitgevoerde proeven zijn gedaan, zijn weergegeven in Figuur 41. Zoals te verwachten is er spreiding in de data, maar er lijkt geen aanleiding te bestaan om een grote invloed van bodem en/of teeltdoel te postuleren. Dit is ook wel aannemelijk. De WDWI bevat immers een specifieke correctie voor de reflectie van de bodem, waardoor verwacht kan worden dat de WDWI onafhankelijk is van de optische eigenschappen van de bodem. Het is mogelijk dat de bodem invloed uitoefent op de wijze waarop het loof zich ontwikkelt. In de literatuur zijn echter geen aanwijzingen gevonden dat het type bodem invloed heeft op de Specific Leaf Area (SLA) of het N-gehalte van het blad ( $[N]_{\text{blad}}$ ). Er zijn wel aanwijzingen dat zich op zand langer loof ontwikkelt, maar zolang de SLA en  $[N]_{\text{blad}}$  niet wezenlijk veranderen, en dus het bladoppervlak alleen op andere wijze in de ruimte verdeeld wordt, kan hiervan geen invloed op het verband WDWI – N-inhoud verwacht worden.



*Figuur 41 Het verband tussen WDWI en bovengrondse N-inhoud voor de zes in 2010 uitgevoerde proeven. De gebroken lijn geeft het door Booij gevonden verband weer*

## 4.12 Uitwisselbaarheid sensoren

Naast het bepalen van een relatie tussen de N-inhoud van het gewas en een meting met de CropScan op proefveldniveau is het interessant om te weten in welke mate de informatie die daaruit voortkomt één-op-één te vertalen is naar sensoren die geschikt zijn om in de dagelijkse praktijk van een akkerbouwbedrijf in te zetten.

In de proef te Valthermond zijn gelijktijdige metingen verricht met een CropScan, een Yara N-sensor, een GreenSeeker en een CropCircle. Het verloop over de tijd van de met deze sensoren gemeten indices is weergegeven in paragraaf 4.3. In het onderstaande wordt ingegaan enerzijds op het verband vegetatie-index en N-inhoud van het gewas, en anderzijds op het onderlinge verband tussen de vegetatie-indices die met de verschillende sensoren worden gemeten.

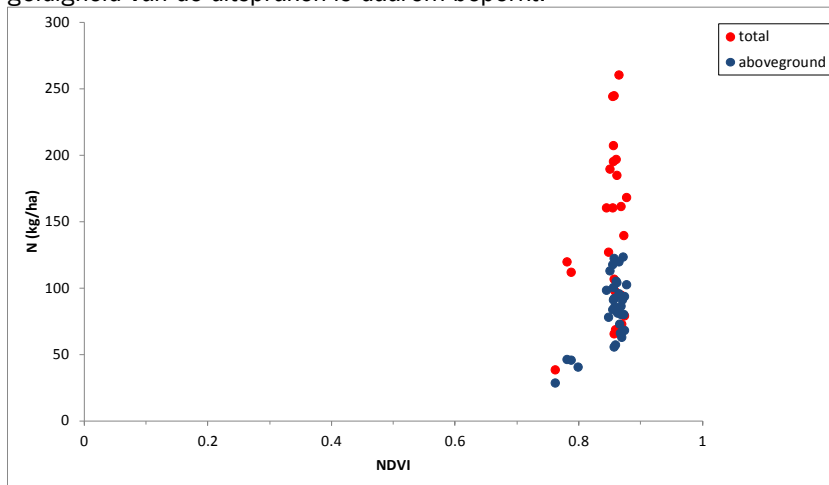
De NDVI van de GreenSeeker is een slechte index om de N-inhoud van aardappelen vast te stellen (Figuur 42). Zodra de N-inhoud van het gewas boven de 50 kg N/ha uitkomt, geeft de GreenSeeker altijd dezelfde waarde van ongeveer 0.9. Hierbij maakt het niet uit of totale N - inhoud of stikstof in het bovengrondse gewas wordt uitgezet. Het verband tussen GreenSeeker-NDVI en CropScan-WDWI is overeenkomstig zwak: zodra de WDWI groter wordt dan 20, blijft de NDVI op een waarde van 0.9 hangen (Figuur 43).

De VI1 van de CropCircle vertoont een beter verband met de N-inhoud, al heeft deze index ook de neiging tot het bereiken van verzadiging bij hogere waarden voor de N-inhoud van het gewas (Figuur 45). Er is een goed verband tussen VI1 en CropScan-WDWI.

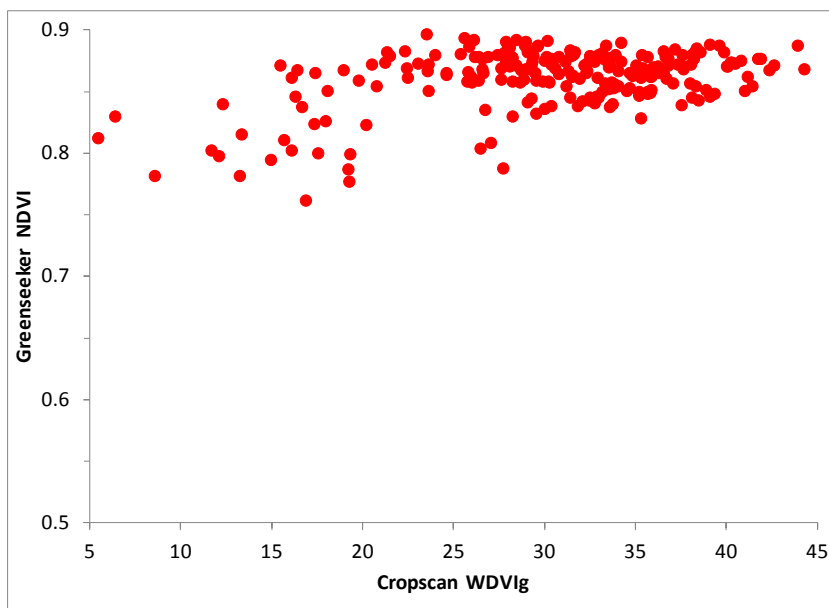


De vegetatie index S1 van de Yara N-sensor levert van de drie praktijk-sensoren het sterkste verband met de N-inhoud van het gewas (Figuur 47). Er is een overeenkomstig sterk verband tussen Yara-S1 en CropScan-WDVI.

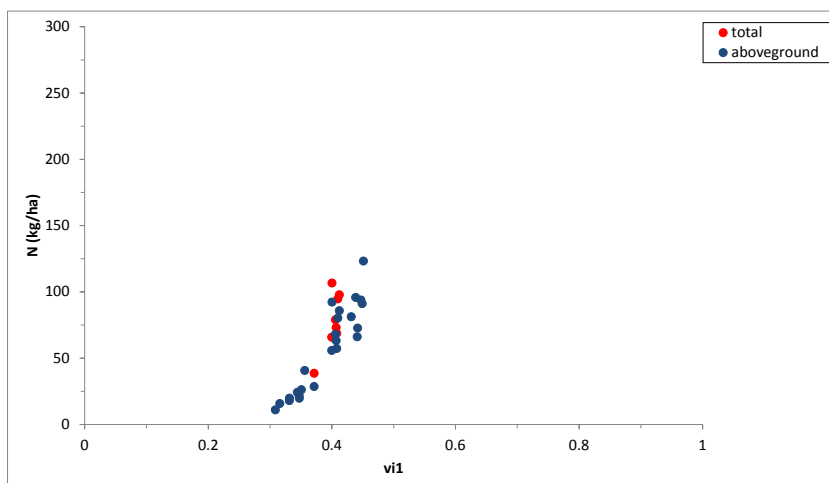
Bovenstaande observaties zijn gebaseerd op een beperkt aantal metingen, op één locatie en in één jaar. De geldigheid van de uitspraken is daarom beperkt.



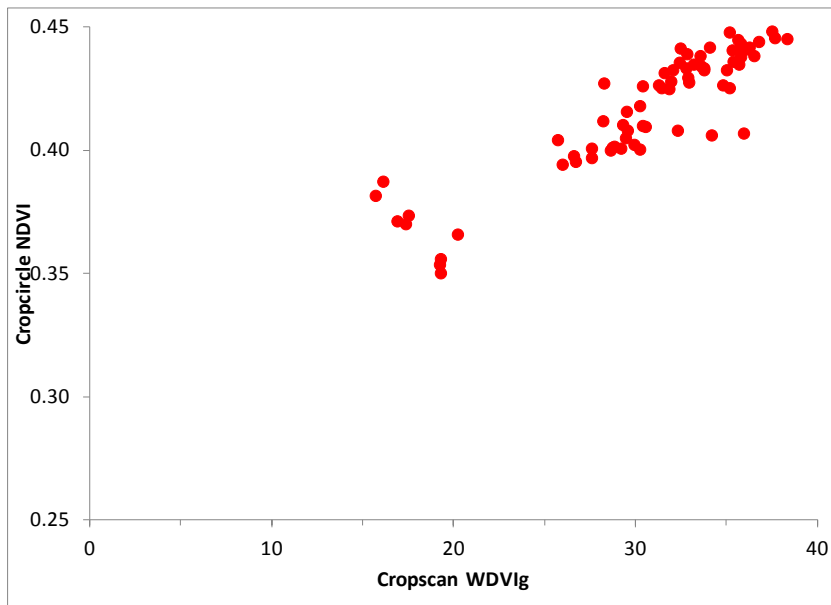
Figuur 42 *Metingen met de GreenSeeker te Valthermond. Verband NDVI – N-inhoud van het gewas*



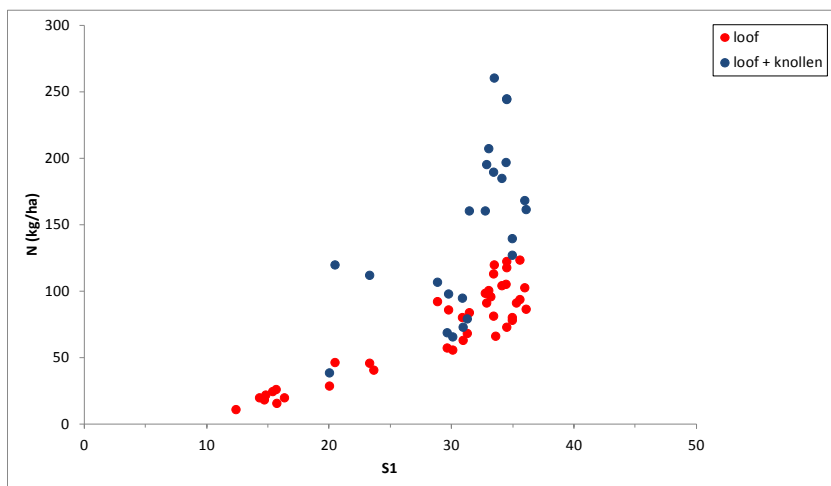
Figuur 43 *Metingen met de GreenSeeker te Valthermond. Verband tussen CropScan-WDVI en GreenSeeker-NDVI*



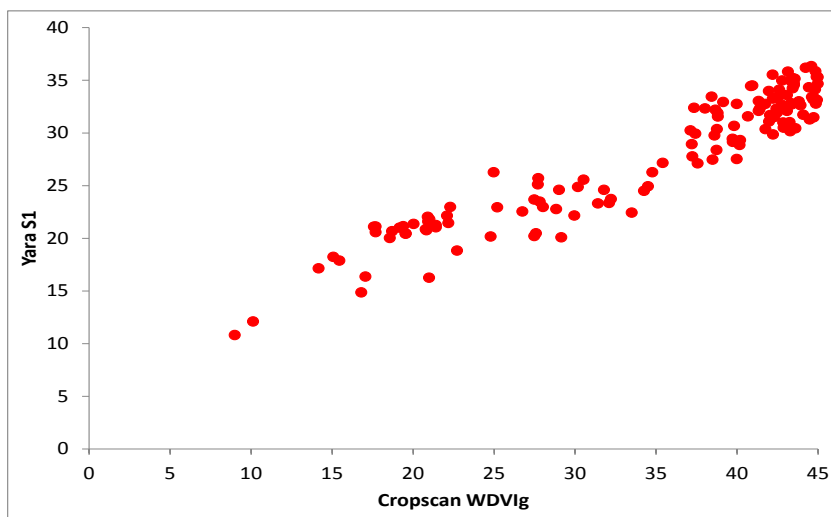
Figuur 44 *Metingen met de CropCircle te Valthermond. Verband VI1 – N-inhoud van het gewas*



Figuur 45 Metingen met de CropCircle te Valthermond. Verband tussen CropScan-WDVI en CropCircle-VII



Figuur 46 Metingen met de Yara N-Sensor in een stikstofproefveld in aardappel te Valthermond. Verband S1 – N-inhoud van het gewas

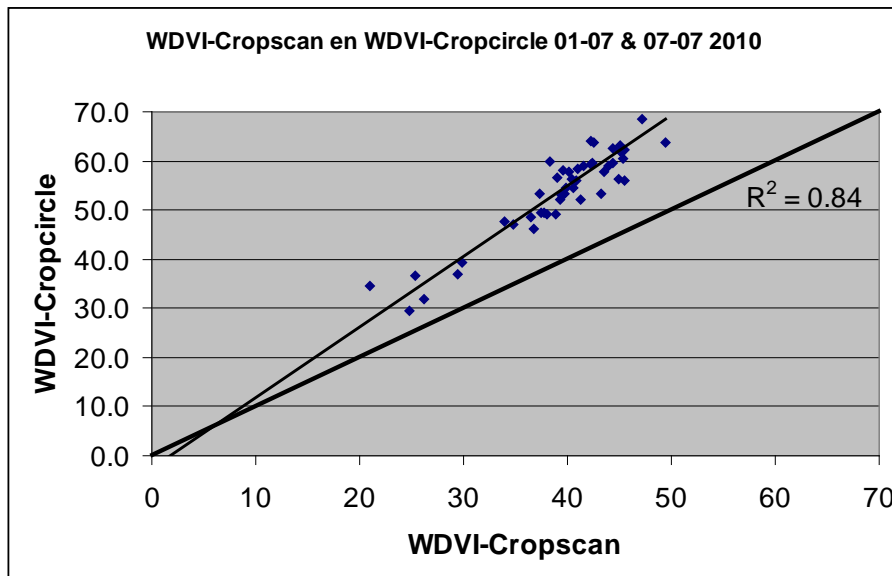


Figuur 47 Metingen met Yara N-Sensor in een stikstofproefveld in aardappel te Valthermond. Verband S1 – N-inhoud van het gewas

Gelijktijdige metingen met een CropScan en een CropCircle zijn ook verricht in het praktijk-experiment bij Claassen. In dit geval is de CropCircle meting gebruikt om een WdVI te berekenen. Dit is mogelijk omdat de CropCircle o.a. reflecties in de banden 760 en 670 meet. Bij 760 nm is de reflectie bijna net zo groot als bij 810 nm, zodat de WdVI berekend kan worden als

$$WDVI = R_{760} - S * R_{670}$$

waarbij de soil factor S niet gemeten is en daarom geschat wordt met een vaste waarde van 2. Het verband tussen de op deze wijze berekende CropCircle-WdVI en de CropScan-WdVI is weergegeven in Figuur 48. Het blijkt dat er een behoorlijk sterke correlatie (0.84) is tussen de WdVI gemeten met de CropScan en de WdVI gemeten met de CropCircle. Ook valt op dat de spreiding rondom de trendlijn zoals die door de puntenwolk kan worden getekend, gering is.



Figuur 48 Correlatie tussen WdVI CropScan en WdVI CropCircle (metingen op praktijkexperiment Claassen)

## 4.13 Test adviesregel

In Tabel 36 zijn van de verleden proeven waarin zowel de CropScan-methode als aardappelmonitoring waren opgenomen (zie hoofdstuk 2) alsook van de proeven van 2009 en 2010, de adviesgiften van de verschillende systemen naast elkaar gezet. Ook is de afgeleide, optimale N-gift in de proeven weergegeven.

Tabel 36 **Vergelijking van de geadviseerde N-giften (kg N per ha) door de verschillende systemen**

Proeflocatie en jaar	Grondsoort	Teeltdoel	Ras	N-bemestingsrichtlijn <sup>1</sup>	CropScan-methode	Aardappelmonitoring	Afgeleide optimale N-gift
Colijnsplaat, 2002	klei	consumptie	Agria	181	80	150	100
Colijnsplaat, 2002	klei	consumptie	Felsina	266	131	131	175
Colijnsplaat, 2003	klei	consumptie	Agria	169	162	142	>254
Colijnsplaat, 2003	klei	consumptie	Felsina	234	176	191	>352
Rolde, 2002	zand	zetmeel	Seresta	220	180	150	180
Rolde, 2002	zand	zetmeel	Mercator	155	140	120	60
Rolde, 2003	zand	zetmeel	Seresta	250	185	165	262
Rolde, 2003	zand	zetmeel	Mercator	185	160 <sup>3</sup>	160	* <sup>2</sup>
Vredepeel, 2009	zand	consumptie	Fontane	248	195 <sup>4</sup>	-	245
Vredepeel, 2010	zand	consumptie	Fontane	268	235	270	>250
Valthermond, 2010	dalgrond	zetmeel	Seresta	205	225 <sup>5</sup>	125	170
Rolde, 2010	dalgrond	zetmeel	Seresta	250	* <sup>6</sup>	180	60
Lelystad, 2010	klei	consumptie	Agria	ca. 200	213 <sup>7</sup>	150	>250
Colijnsplaat, 2010	klei	consumptie	Victoria	250	* <sup>6</sup>	190	170

<sup>1</sup> Inclusief rascorrectie en eventuele korting voor N-nawerking uit gewasresten of groenbemester volgens de vuistregels van de Adviesbasis bemesting.

<sup>2</sup> Geen afleiding van een optimale N-gift mogelijk.

<sup>3</sup> Gunstig effect van deling van de N-gift: hogere opbrengst dan bij eenzelfde totale N-gift eenmalig toegediend bij poten.

<sup>4</sup> Bij een basisgift van 150 kg N per ha.

<sup>5</sup> Geen opbrengstreactie op de bijbemesting (na een basisgift van 125 kg N) c.q. een lagere opbrengst dan bij eenzelfde totale N-gift eenmalig toegediend bij poten.

<sup>6</sup> Geen advies mogelijk door onvoldoende grondbedekking.

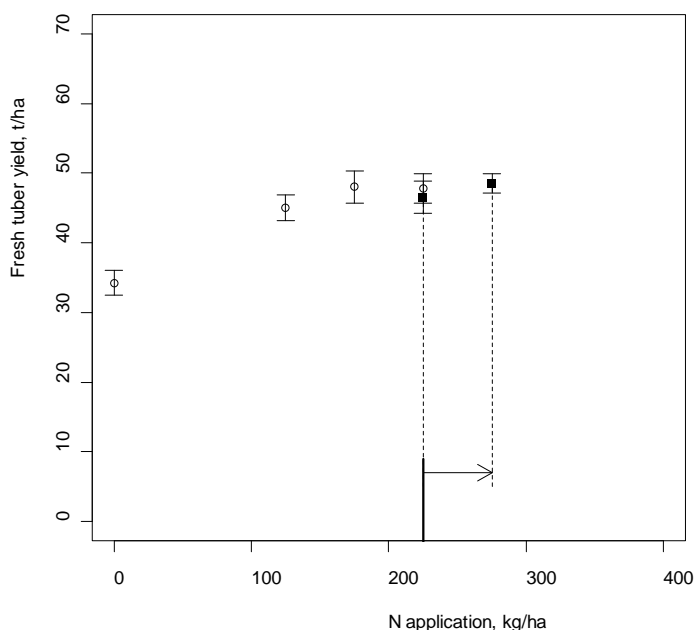
<sup>7</sup> Er kon pas eind juli een bijmestadvies worden gegeneerd, na een basisgift van 150 kg N per ha.

In de proef te Rolde in 2003 bij het ras Mercator is niet bekend wat de (meest waarschijnlijk) optimale N-gift was. In de 13 overige proeven zat het advies van de CropScan-methode meestal het dichtste bij de afgeleide optimale N-gift en dat van de N-bemestingsrichtlijn het minst vaak. De CropScan-methode presteerde in dat opzicht dus niet slechter dan aardappelmonitoring.

Soms was de afwijking van de adviesgiften ten opzichte van de berekende optimale N-gift klein, maar andere keren vrij groot. Dat gold zowel voor de N-bemestingsrichtlijn als de CropScan-methode en aardappelmonitoring. Aan de nauwkeurigheid van de bijmestsystemen valt dus nog wel wat te verbeteren. Vervolgonderzoek zal moeten uitwijzen hoe de systemen kunnen worden verbeterd of verfijnd.

In twee proeven in 2010 werd onvoldoende grondbedekking door het loof bereikt om een betrouwbaar CropScan-advies te kunnen geven in andere proeven kon pas vrij laat een advies worden gegeven door het late tijdstip van gewassluiting. Als het gewas in de periode daarvoor al langere tijd te weinig stikstof ter beschikking heeft gehad, bestaat de kans dat de bijmestgift te laat komt en er derhalve toch opbrengstderving optreedt. Een verbeterpunt voor de CropScan-methode is het eerder tijdens het groeiseizoen (reeds bij niet-volledige grondbedekking) kunnen bepalen of het gewas over voldoende stikstof beschikt.

Het resultaat van de evaluatie van de adviesregel op Valthermond was dat bijmesten volgens systeem-Booij dezelfde opbrengst opleverde als bemesten volgens de Adviesbasis, en geen besparing van N-gift tot gevolg. Dit gold zowel bij een basisbemesting van 125 als van 175 kg N/ha. Een waarschijnlijke verklaring voor dit resultaat is dat de late opkomst van het gewas en een droge periode in de maand juni ertoe hebben geleid dat het gewas op het moment van bijmesten nog maar weinig van de in de bodem aanwezige minerale stikstof had opgenomen. Het bijmestadvies volgens systeem-Booij was veel te ruim omdat er in dit systeem geen rekening wordt gehouden met de in de bodem aanwezige stikstof. Een vergelijkbare situatie is overigens gedocumenteerd voor de proef in 2001 van (Van Marion, 2002), p72).



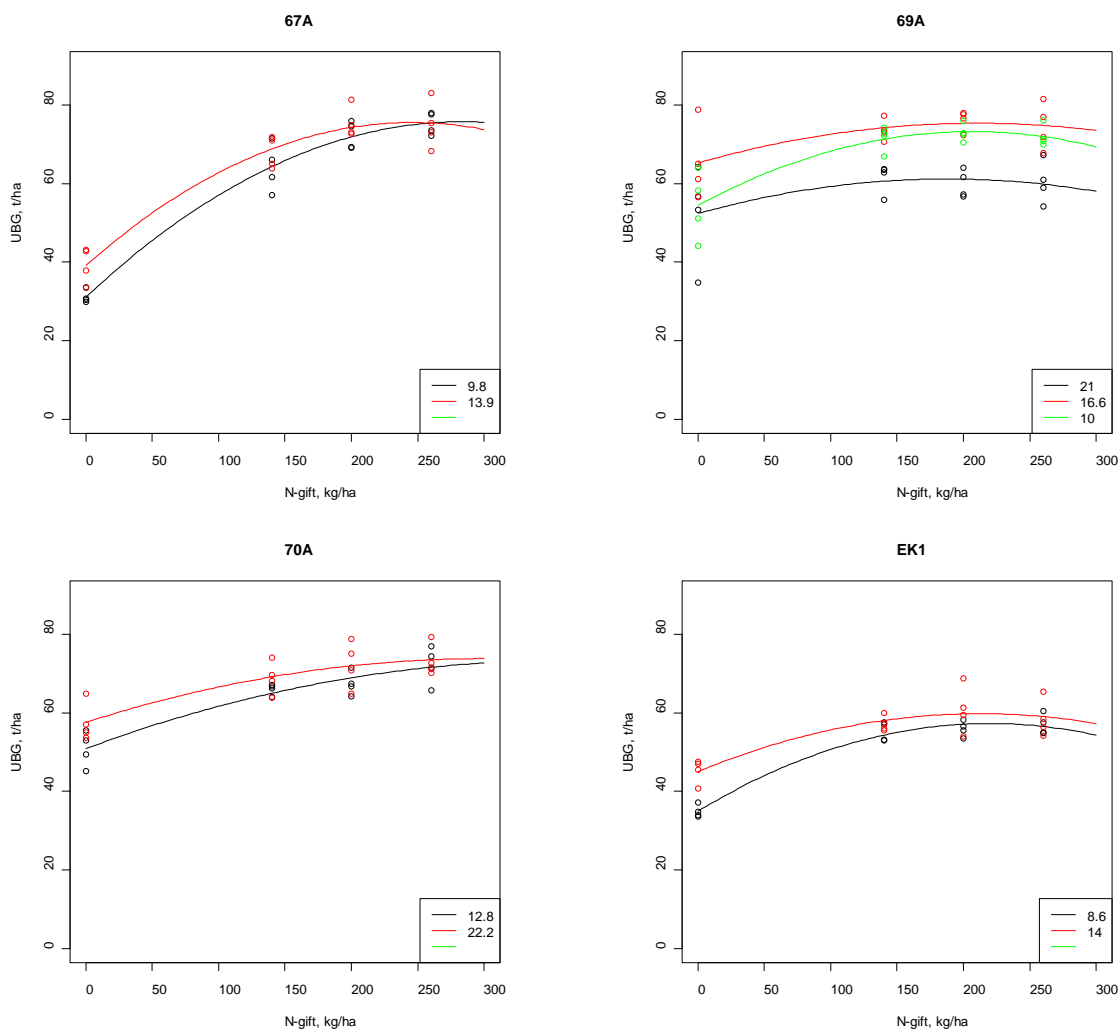
Figuur 49 Resultaat van evaluatie van de adviesregel op Valthermond. Opbrengstcurve voor Seresta (open symbolen) als alleen basisbemesting wordt gegeven en bij bijmestgiften gesloten vierkantjes

Bij een basisbemesting van 125 kg N/ha bedroeg het advies op basis van reflectiemeter 85 kg N ha<sup>-1</sup>, bij een basisbemesting van 175 kg N/ha bedroeg het advies 106 kg N/ha. Door een onjuiste interpretatie van de meetwaarden tijdens de uitvoering van de proef werd in beide genoemde behandelingen een bijmestgift van 100 kg N ha<sup>-1</sup> gegeven. Hiermee werd geen N bespaard ten opzichte van het advies volgens de adviesbasis (225 kg N); de opbrengst was niet significant anders dan bij bemesting volgens adviesbasis.

#### 4.14 Ruimtelijk variabele toediening van stikstof

De primaire opgave voor de teler is om met de hem of haar ter beschikking staande stikstof een zo groot mogelijke productie te bereiken, van een zo hoog mogelijke kwaliteit (UBG, OWG, sortering). Het is zaak om de stikstof zó te verdelen tussen percelen en binnen percelen dat deze doelen bereikt worden. Omdat de hoeveelheid beschikbare stikstof nu al beperkt is en in de toekomst wellicht nog verder beperkt zal worden, is het zaak om de stikstof in te zetten waar de efficiëntie het hoogste is. Dit betekent ook dat als ergens (op een perceel, of een deel van een perceel) stikstof bespaard kan worden zonder de opbrengst te verminderen, deze stikstof beschikbaar komt om ergens anders, op een minder goed van stikstof voorziene plek, in te zetten. In het onderstaande wordt onderzocht wat er bereikt zou kunnen worden als er optimaal ingespeeld kan worden op variatie in de tijd (variatie tussen jaren) en op ruimtelijke variatie (variatie tussen percelen en variatie binnen één perceel).

Met betrekking tot variatie tussen jaren kan gesteld worden dat als op het moment van bijmesten de beschikbaarheid van  $N_{\min}$  in de bodem hoog is, er in principe minder bijbemest hoeft te worden. Dit zou kunnen betekenen dat de streefwaarde voor de N-inhoud afhankelijk gemaakt kan worden van de  $N_{\min}$  voorraad. Een belangrijk doel van systeem-Booij is natuurlijk om alleen gebruik te maken van de relatief goedkope en eenvoudige uit te voeren meting van gewasreflectie; rekening houden met de  $N_{\min}$  voorraad in de bodem zou dit doel teniet doen. Echter, de proef te Valthermond heeft duidelijk laten zien dat de N-inhoud van het gewas alleen niet in alle jaren voldoende basis is voor een optimaal bijmest-advies. In het project Perceel Centraal (2006-2009) (Wijnholds et al., 2008a; Wijnholds et al., 2008b; Wijnholds et al., 2010a; Wijnholds et al., 2010b) zijn onder meer gegevens verzameld waarmee nagegaan kan worden of er voordeel te bepalen is door in te spelen op heterogeniteit binnen één perceel. In dit project is de opbrengst in afhankelijkheid van N-gift bepaald op vier perceel-jaarcombinaties. De opbrengst blijkt onder meer afhankelijk te zijn van het organische stofgehalte van de bodem. Voor elk van deze curves zou een optimaal bemestingsniveau berekend kunnen worden. Voor elk van deze curves kan dan ook een streefwaarde voor N-inhoud-bij-gewassluiting bepaald worden.



**Figuur 50** *Opbrengstcurves op verschillende plekken in vier percelen uit het project "Perceel Centraal". De getallen in de in de grafiek geplaatste legenda geven het organische stof gehalte (%) van de bodem weer*

Maar we kunnen nog een stap verder gaan. Het vóórkomen van verschillende N-respons curves op één perceel betekent dat de optimale N-gift binnen één perceel van plek tot plek kan verschillen. Als zo'n perceel homogeen bemest wordt, wordt er in het geven van een uniforme stikstofgift, waarschijnlijk op sommige plekken teveel en op andere plekken te weinig stikstof toegediend. De toegediende stikstof wordt dan minder efficiënt gebruikt dan mogelijk is. De efficiëntie van de gebruikte stikstof kan verhoogd worden door op elke plek van het perceel precies volgens de N-respons curve voor die plek te bemesten.

Dit is hieronder uitgewerkt voor perceel 69A, waar drie duidelijk verschillende opbrengstcurves werden vastgesteld. De opbrengstcurves hebben de vorm

$$Y = a + bX + cX^2$$

De afgeleide van zo'n curve geeft aan hoeveel meer opbrengst er wordt behaald voor elke kg N die wordt toegediend. De afgeleide van een kwadratische curve is een rechte lijn:

$$Y' = b + 2cX$$

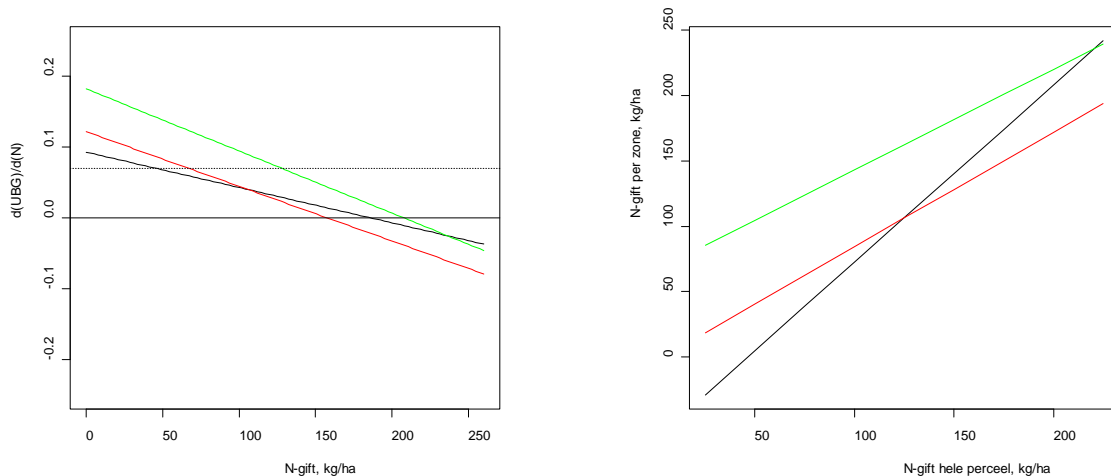
De afgeleiden voor de drie opbrengstcurves zijn weergegeven in Figuur 51 (linkerhelft).

De op het perceel toegediende N wordt zo efficiënt mogelijk gebruikt als de afgeleide van de opbrengstcurve op alle plekken in het perceel hetzelfde is. Immers, als er een plek is waar de waarde van de afgeleide hoger is dan op de andere twee plekken, dan kan er met dezelfde hoeveelheid N meer

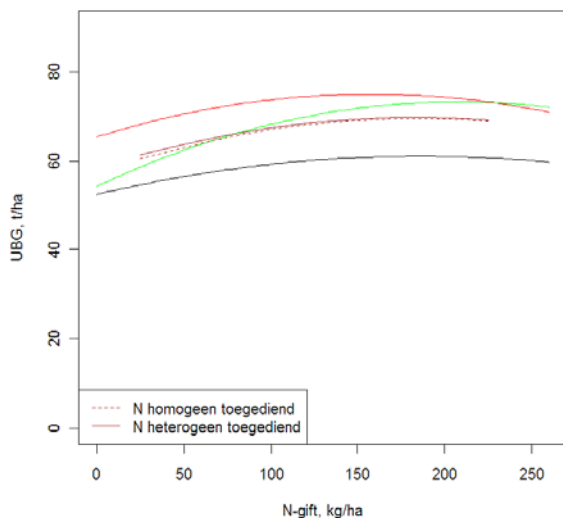
opbrengst gehaald worden door wat N weg te halen bij de plekken met een lage waarde van de afgeleide (resultaat: plaatselijk een “klein beetje” opbrengstverlies) en die toe te dienen op de plek met een hoge waarde van de afgeleide (resultaat: plaatselijk een “flinke” opbrengstverhoging).

Als we aannemen dat de drie opbrengstcurves elk voor één-derde van het perceel gelden, dan komt bovenstaande er op neer dat een bepaalde hoeveelheid stikstof zo efficiënt als mogelijk is wordt ingezet, wanneer de drie afgeleiden door een horizontale lijn verbonden worden. Door loodlijnen te trekken vanuit de snijpunten van deze horizontale lijn met de drie afgeleiden, kunnen de bijbehorende N-giften gevonden worden op elk van de drie stukken van het perceel. Tenslotte kan één en ander ook weergegeven worden zoals in de rechterhelft van Figuur 51. Hierin staat de over het perceel gemiddelde N-gift weergegeven op de horizontale as, en kunnen op de verticale as de bijbehorende N-giften op de drie stukken van het perceel worden afgelezen.

In Figuur 51 wordt de N-respons voor het hele perceel 69A aangegeven, zowel in het geval van uniforme toediening van N als in het geval van heterogene toediening – in het laatste geval wordt de N optimaal verdeeld volgens de hierboven beschreven procedure. Het valt op in Figuur 52 dat de samengestelde N-respons curves nauwelijks van elkaar afwijken. De conclusie is dat er geen noemenswaardige verhoging van de opbrengst behaald kan worden door de stikstof optimaal binnen het perceel te verdelen. Dit ondanks het feit dat perceel 69A zeer heterogeen is.



*Figuur 51 Berekenen van plaatselijke stikstofgiften op een heterogeen perceel. Zie tekst voor verklaring*



*Figuur 52 N-respons curve voor uitbetalingsgewicht (t/ha) op perceel 69A. Getoond worden zowel de curves voor de drie plekken in het perceel (zwarte, groene en rode getrokken lijn), als de curves voor de samengestelde opbrengst van het hele perceel bij homogene toediening van N (rode gestippellijn) en bij optimale verdeling van de N (rode lijn)*

## 4.15 Literatuur

- Jongschaap R.E.E. (2006) Integrating crop growth simulation and remote sensing to improve resource use efficiency in farming systems, Wageningen.
- Jongschaap R.E.E., Booij R. (2004) Spectral measurements at different spatial scales in potato: relating leaf, plant and canopy nitrogen status. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 5:205-218.
- Mc Cullagh P., J.A. N. (1989) *Generalized Linear Models*. 2 ed. Chapman and Hall, London.
- Van Dijk W., Van Geel W. (2010) *Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen*.
- Van Marion L.P. (2002) Ruimtelijk variabele stikstofbijbemesting in aardappelen op basis van gewasreflectiemetingen. Eindverslag afstudeervak Plant Research International BIJVOORBEELD en leerstoelgroep Gewas- en Onkruidecologie, Wageningen.
- Vos J. (2009) Nitrogen Responses and Nitrogen Management in Potato. *Potato Research* 52:305-317.
- Wijnholds K.H., Van den Berg W., Jukema J.N. (2008a) Resultaten Perceel Centraal 2007, PPO-AGV.
- Wijnholds K.H., Van den Berg W., Jukema J.N. (2008b) Resultaten Perceel Centraal 2006, PPO-AGV.
- Wijnholds K.H., Van den Berg W., Jukema J.N. (2010a) Resultaten Perceel Centraal 2009, PPO-AGV.
- Wijnholds K.H., Van den Berg W., Jukema J.N. (2010b) Resultaten Perceel Centraal 2008, PPO-AGV.



## 5 Discussie en conclusie

In dit hoofdstuk worden samenvattende conclusies getrokken op basis van enerzijds de onderzoeken van Booij (1997-2000), van Van Geel (2002-2003) en van Slabbekoorn (2002-2003) en anderzijds de experimenten die in dit project zijn uitgevoerd in 2010.

Het doel van de experimenten van Booij die in Hoofdstuk 2 zijn beschreven, was het ontwikkelen van een richtlijn om tijdstip en hoogte van bijgift zó te bepalen dat precies de juiste hoeveelheid stikstof kan worden toegediend. Immers, te weinig stikstof leidt tot opbrengstderving, terwijl te veel stikstof tot milieuschade en onnodig hoge kosten voor de teler leidt. De centrale vraag in deze experimenten was dus: hoeveel stikstof heeft het gewas nodig? De richtlijn van Booij kan zowel hogere als lagere N-giften adviseren dan de adviesbasis. De uitkomst van de experimenten van Booij is dat er gewacht kan worden met bijmesten tot minimaal 90% van de bodem bedekt is en dat op dat moment de bijmestgift bepaald kan worden als het verschil tussen een streefwaarde en de actuele N-inhoud van het gewas. De actuele N-inhoud van het gewas werd door Booij bepaald door middel van een gewasreflectiemeting. De resultaten van Booij werden grotendeels bevestigd door Van Geel en door Slabbekoorn.

In de experimenten van 2010 is nogmaals nagegaan of systeem-Booij inderdaad goed werkt. Uit de gegevens in Tabel 36, "*Vergelijking van de geadviseerde N-giften door de verschillende systemen*") blijkt dat systeem-Booij over de hele linie niet slechter presteerde dan de andere bijmestsystemen. De conclusie moet zijn dat systeem-Booij in de praktijk kan worden toegepast. Vanzelfsprekend kan systeem-Booij nog wel verbeterd worden. In het onderstaande wordt puntsgewijs nagegaan wat de mogelijkheden en beperkingen van het systeem zijn en hoe het eventueel verbeterd zou kunnen worden. De bespreking van elk punt wordt onderbouwd aan de hand van

(a) experimentele resultaten van Booij en de daarop volgende evaluatieproeven van Slabbekoorn en Van Geel in 2002 en 2003,

(b) experimentele resultaten in het kader van dit project, en

(c) literatuur.

Tenslotte wordt bij elk punt aangegeven wat de implicaties zijn voor praktijk-toepassing van systeem-Booij en voor vervolgonderzoek.

**Gebruik WdVI of andere vegetatie-index voor meten van N-inhoud?** In aardappelen zijn LAI, biomassa en N-inhoud sterk aan elkaar gerelateerd, tenminste tot begin knolzetting (Hfdst 2, Fig. 2). Het is bekend dat WdVI een goede index is voor biomassa en LAI; in aardappelen is WdVI dus ook goede index voor N-inhoud (Bouman et al., 1992). De experimenten van Booij laten een redelijk goed verband zien tussen WdVI en stikstofopname in het bovengrondse gewas (loof), alsook met de totale stikstofopname, doordat de boven- en ondergrondse stikstofopname aan elkaar zijn gerelateerd. Dit verband werd bevestigd in de experimenten in 2010. De experimenten in 2010 laten zien dat bijvoorbeeld de NDVI een minder sterk verband heeft met stikstof. Omdat het verband WdVI – N-inhoud gewas sterk was, is de bruikbaarheid van andere vegetatie-indices niet nader onderzocht.

Implicatie: WdVI is goed bruikbaar.

**Ijklijn.** Booij gebruikt een geknikte lijn om het verband tussen N-inhoud (totaal, dus ondergronds + bovengronds) en WdVI te beschrijven. De knik treedt op rond het moment van knolzetting, het moment dus waarop de ondergrondse delen aanzienlijke hoeveelheden stikstof beginnen op te slaan. Het verband wordt niet sterker als de bovengrondse N-inhoud wordt uitgezet tegen de WdVI. Bovendien blijft de knik ook in dat geval behouden.

Het is wellicht mogelijk dit verband te verbeteren door de ondergrondse stikstofhoeveelheid te schatten uit bovengronds aanwezige stikstof en het aantal dagen sinds het begin van de knolzetting, op basis van het werk van (Greenwood et al., 1985).

De geknikte lijn van Booij werkt redelijk goed voor alle jaren en behandelingen die in dit rapport zijn beschreven.

In een aantal experimenten is waargenomen dat de WdVI in de periode eind juni afneemt. Dit was te zien in sommige experimenten van Booij maar ook in experimenten in 2010. Het is niet aannemelijk dat in deze periode de N-inhoud af zou nemen, en ook de LAI neemt niet af. Dit wordt ook bevestigd door destructieve metingen. Kennelijk zakt het gewas in, of verwaait het, waardoor blad dicht bij elkaar komt te liggen en de WdVI afneemt. Hiermee moet rekening worden gehouden bij het bepalen van de N-inhoud: als de WdVI in deze periode afneemt is het beter om de N-inhoud van een week eerder te gebruiken bij het bepalen van de bijgift.

Er zijn geen duidelijke aanwijzingen gevonden dat de ijklijn bodem-specifiek zou moeten zijn. Dit ligt ook niet voor de hand, want de WdVI is ten slotte juist bedoeld om de invloed van bodem weg te nemen. Het is wel zo dat de groeiwijze van het loof op zand anders is dan op klei (langere stengels). Echter, de experimenten van Booij vonden alleen op zand plaats en geven dus geen info op dit punt. De experimenten in 2010 laten

wel verschillen tussen locaties zien, maar er is geen systematisch verschil tussen zand en klei. Bovendien zijn in 2010 verschillende rassen gebruikt dus eventuele verschillen kunnen niet eenduidig aan de bodem worden toegewezen.

Vroege rassen produceren minder loofmassa dan latere rassen en de knolzetting start eerder. De knik in de lijn valt dan waarschijnlijk ook bij lagere WDVI. Dit is mogelijk te ondervangen door een ijklijn op te stellen voor bovengrondse N-inhoud en ondergrondse N-inhoud te berekenen (zie hierboven). In 2010 is nadrukkelijk gezocht naar de invloed van ras op de ijklijn. In het experiment in Kollumerwaard is zo'n verschil echter niet gevonden.

Implicatie: de huidige ijklijn geeft een redelijk goede schatting van de opgenomen N en is derhalve bruikbaar in de praktijk.

**Streefwaarde.** De streefwaarde is de beoogde N-inhoud van het gewas op het beoogde moment van bijmesten. Als de N-inhoud lager is dan de streefwaarde, wordt een bijgift geadviseerd. Booij concludeerde dat de streefwaarde voor Bintje 200 kg N/ha bedraagt, op het moment dat het gewas minimaal 90% van de bodem bedekt. Na her-analyse in dit rapport van zijn gegevens lijkt een streefwaarde tussen 200 en 250 kg N/ha een reëel alternatief.

De klei-experimenten van Slabbekoorn in 2002 en 2003 laten zien dat de streefwaarde voor consumptie-aardappelen op klei hoger moet zijn dan de 200 kg N/ha van Booij - een getal van 230 kg N/ha wordt genoemd. Echter, in bovenstaande paragraaf werd al genoemd dat de 200 kg N/ha van Booij lager is dan uit zijn gegevens kan worden afgeleid. Het lijkt er op dat Booij bewust een ondergrens heeft opgezocht.

Verder zijn er geen proeven uitgevoerd met consumptieaardappelen op zand waar de 200 kg N/ha getest is. Samenvattend is er onvoldoende aanwijzing dat de streefwaarde voor klei anders is dan voor zand.

De streefwaarde zou net zo ras-afhankelijk moeten zijn als het advies volgens Adviesbasis, waarbij vroegheid van het ras en gebruikstype een belangrijke rol spelen. In de evaluatieproeven van Van Geel is 175 kg N/ha gebruikt voor zetmeelaardappelen op zand.

De opbrengstverwachting zou moeten worden meegenomen in de streefwaarde. Op een perceel, of een plek in een perceel, waar een lage opbrengst verwacht wordt, is weinig N nodig en zal de streefwaarde laag moeten zijn.

Booij heeft voor één getal als streefwaarde gekozen. Dit is een waarde op het moment dat het loof gesloten is en bijna de maximale omvang heeft bereikt. In praktijk is het gewenst om al enkele weken eerder (rond begin knolzetting) te kunnen bijbemesten (zie verder hieronder). Sowieso is het van belang om eerder bij te kunnen bemesten als al vóór gewassluiting N-tekort ontstaat. Een vervolgstap is om te onderzoeken of hiertoe een normlijn voor het N-opnameverloop in de tijd kan worden gehanteerd. Door die normlijn uit te zetten tegen de temperatuursom wordt rekening gehouden met koudere of warmere perioden en het effect daarvan op de gewasgroei en N-opname. Verder kan de hoogte van de normlijn c.q. opnamecurve afhankelijk worden gesteld van het (verwachte of nagestreefde) opbrengstniveau. Hiermee is het wellicht mogelijk op een eerder tijdstip een achterblijvende (N-opname) vast te stellen en direct te reageren. Als de N-opname (nog) niet achterblijft ten opzichte van de norm lijn, wordt in principe niet bijbemest en de volgende meting afgewacht. Als men echter toch een indicatie wil hebben of de N-voorziening toereikend is tot einde teelt, zal een aanvullende  $N_{\min}$ -meting in de bodem moeten worden gedaan. Vervolgens kan dan bijvoorbeeld een N-balansmethode (conform het NBS-bodem) worden berekend of een bijmestgift nodig is en hoeveel.

Implicatie: de huidige streefwaardes zijn bruikbaar in de praktijk. Voor consumptie aardappelen op klei en op zand: gebruik een waarde van 230 kg N/ha om op veilig te spelen. Het is wenselijk om d.m.v. proeven de streefwaarde te bepalen in afhankelijkheid van bodem, gebruikstype en/of ras, en om een curve op basis van de temperatuursom op te stellen voor de streefwaarde.

**Opbrengspotentie per plek/ per perceel als basis voor N-advies.** Voor variabele bijbemesting binnen een perceel zou je eigenlijk eerst moeten weten wat de pleksgewijze opbrengspotentie is. Een achterblijvende groei en N-opname kunnen immers ook andere oorzaken hebben dan de N-voorziening. Een mogelijkheid om verschillen binnen het perceel in opbrengspotentie vast te stellen is door pleksgewijze opbrengstbepaling in granen of maïs tijdens de oogst.

Implicatie: maak de streefwaarde afhankelijk van opbrengspotentie. Overweeg het gebruik van N vensters op percelen met bekende opbrengstvariatie.

**Hoe groot basisgift.** Booij gebruikte een kleine basisgift van 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Dit werkte vrijwel altijd goed. Belangrijk is dat het ras tegen een lage basisgift kan. Seresta bij van Geel in 2003 had het moeilijk met een basisgift van 115 kg N ha<sup>-1</sup>, Mercator reageerde goed op een basisgift van 90 kg N ha<sup>-1</sup>. Van lang niet alle rassen is afdoende uitgezocht hoe ze reageren op een lage basisgift. In de experimenten van 2010 voldeed een basisgift van 2/3 van advies.

Implicatie: Een basisgift van 2/3 van advies is bruikbaar in praktijk. Het kan geen kwaad als de basisgift hoger is: dit beperkt het risico dat er N tekort optreedt als bijvoorbeeld door droogte op het moment van bijbemesten de N niet goed in de bodem komt en daardoor niet door het gewas kan worden opgenomen, maar het vergroot de kans dat er uiteindelijk meer N wordt toegediend dan strikt genomen noodzakelijk is.

**Tijdstip van bijmesten.** Aardappelen hebben een grote behoefte aan N in de periode mei – half juli. Vooral in die periode is het belangrijk te weten of het gewas over voldoende N beschikt. De bijbemesting vindt in praktijk plaats vóór gewassluiting, rond begin knolzetting. Op zand geeft dat de mogelijkheid om a) na bijbemesting nog een laatste keer de ruggen aan te aarden, waardoor de meststof in de ruggen terecht komt en b) eventueel bij te bemesten met de (geconcentreerde) dunne fractie van drijfmest (momenteel actueel). Dat laatste kan niet meer na gewassluiting. Bijbemestingen na half juli (met KAS strooien of Ureanbespuitingen) zijn meer bedoeld om kleine correcties uit te voeren en/of het gewas langer groen te houden.

In een bijmeststelsel dat er op is gericht om te reageren op een tekort aan N, zal met bijmesten moeten worden gewacht tot een eventueel tekort de kans heeft gehad zich te manifesteren. De experimenten van Booij laten zien dat een (niet al te groot) tekort aan N zich soms pas vrij laat vertaalt in een achterblijvende N-inhoud van het gewas. Onder andere afhankelijk van hoe groot de basisgift was, kan het tijdstip van bijmesten dan korter of langer worden uitgesteld. Experimenten van Booij laten zien dat uitstellen tot het moment van 90% grondbedekking geen opbrengstderving hoeft op te leveren. Bij Booij werd 90% bodembedekking steeds begin juli bereikt, maar Booij pootte vrij laat. Implicatie: het is mogelijk –en nodig!– te wachten met bijmesten tot 90% grondbedekking is bereikt. De basisgift moet voldoende hoog gekozen worden om tot die tijd in de N-behoefte van het gewas te voorzien.

**Eén of meerdere bijmestmomenten.** In de experimenten van Booij is steeds gewerkt met één bijmestmoment. Men kan zich voorstellen dat op twee of meer momenten wordt bijbemest, om zodoende nauwkeuriger op de behoefte van het gewas in te spelen. In de proef van (Klein Swormink, 1999) werd dit idee doorgetrokken en werd tweemaal per week (“spoonfeeding”) bijbemest d.m.v. fertigatie. In deze eenjarige proef werd in de fertigatie-behandeling dezelfde opbrengst behaald als in de behandeling waarin alle N als basisgift werd gegeven, met aanzienlijk minder N. Hierbij moet worden opgemerkt dat de kosten natuurlijk hoger worden naarmate er vaker bijbemest wordt.

Implicatie: er is onderzoek nodig om vast te stellen hoe vaak er het beste bijbemest kan worden.

**Toestand van de bodem.** Gewasreflectie is een weergave van de toestand van het loof. Gezond en goed uitgegroeid loof kan natuurlijk alleen ontstaan zijn op goed groeiende ondergrondse gewasdelen en op een bodem die voldoende vocht en voedingsstoffen levert. Maar als de ontwikkeling van het loof achterblijft, geeft een gewasreflectiemeting geen uitsluitend over de oorzaak van dat achterblijven. Mogelijke oorzaken zijn onder andere vochttekort, bodemziekten, tekorten aan andere nutriënten dan N, en structuurgebreken. Als gewasreflectie als basis wordt genomen voor bijmesten met N, dan is de impliciete aanname dat (1) het achterblijven wordt veroorzaakt door een onvoldoend aanbod van N, of (2) het achterblijven wordt (ten dele) veroorzaakt door iets anders maar kan (ten dele) gecompenseerd worden door extra N toe te dienen. In de experimenten van Booij was sprake van percelen zonder problemen met structuur, aaltjes, waterhuishouding, micronutriënten etc., zodat N inderdaad de oorzaak was van de waargenomen verschillen in loofontwikkeling. In 2010 was droogte in mei en juni oorzaak van het achterblijven van groei en N-opname. In Valthermond was de N-opname begin juli 80 kg N ha<sup>-1</sup> in alle behandelingen. Stelsel-Booij gaf een te hoog advies omdat het niet de bodem N-voorraad mee kon wegen.

Implicatie: onderzoek nodig voor uitbreiding van het sensor gestuurde advies met input vanuit bodem-N model.

**Binnen perceel N verdelen.** Een bijmeststelsel kan in principe worden gebruikt om in te spelen op variatie binnen een perceel. Experimenten van (Van Marion, 2002) laten zien dat er weinig voordeel te behalen was met heterogene bemesting van perceel. Uitwerking van de gedetailleerde resultaten uit

PerceelCentraal laat zien dat het effect van verdeling van N binnen een perceel een minimaal effect op opbrengst heeft.

Bovenstaande lijkt in tegenspraak te zijn met de eerdere opmerking dat de streefwaarde afhankelijk zou moeten zijn van de opbrengstpotentie op een plek in het perceel. Echter, het gaat om verschillende zaken. Opbrengstpotentie geeft aan welke opbrengst gehaald kan worden onder gunstige omstandigheden. Opbrengstpotentie stelt daarmee een bovengrens aan de hoeveelheid N waarvan verwacht mag worden dat die onder gunstige omstandigheden tot opbrengstvorming zal leiden.

Nu is het mogelijk dat bijvoorbeeld een nat jaar gunstig is voor de ene plek, terwijl een droog jaar gunstig is voor een andere plek. In een bepaald jaar kan voor beide plekken een verband worden bepaald tussen N-gift en opbrengst. Op basis van die verbanden kan dan achteraf worden bepaald wat in dat jaar voor elke plek de optimale gift zou zijn geweest, en bij welke verdeling van een beperkte hoeveelheid N de hoogste totale opbrengst zou zijn bereikt. In het voorbeeld in Hoofdstuk 4 aan de hand van de data uit PerceelCentraal blijkt dat verdelen binnen het perceel slechts een marginaal effect op de opbrengst had. Dit werd veroorzaakt door de vlakke vorm van alle drie opbrengstcurves in de buurt van praktijkgiften. Het gaat hier echter om informatie die slechts achteraf beschikbaar is en dus onmogelijk gedurende het groeiseizoen door de teler gebruikt kan worden. De opbrengstpotentie van een plek in het perceel is echter wel bekend aan het begin van het groeiseizoen en de daarvan afgeleide pleksgewijze N-behoefte kan wel degelijk gebruikt worden om de N-gift te verminderen op plekken met lage opbrengstpotentie, Implicatie: op basis van de analyse in dit rapport kan niet worden aanbevolen om N binnen een perceel te verdelen op basis van sensorwaarnemingen.

**Inspelen op plekken en/of jaren met N-behoefte boven advies.** Het advies volgens de N-bemestingsrichtlijn geeft aan wat gemiddeld genomen een optimale N-gift is. In iets minder dan de helft van de gevallen is er meer stikstof nodig en in de overige gevallen is de optimale N-gift gelijk aan of lager dan de richtlijn. De spreiding varieert globaal van 50% tot 150% van de richtlijn. Een goed functionerend bijmeststelsel geeft aan wat onder de betreffende groeiomstandigheden de juiste N-gift is. Als dat meer is dan het vaste advies, moet het bijmeststelsel dat ook aangegeven: de bedoeling van een bijmeststelsel is om optimaal in te kunnen inspelen op variatie in groeiomstandigheden en niet uitsluitend om minder te bemesten dan het advies.

Volgens het stroomschema van systeem-Booij is er sprake van een bijzondere situatie als het advies voor de bijmestgift groter is dan  $60 \text{ kg N ha}^{-1}$ . In dat geval wordt het bepalen van de gift aan het inzicht van de teler over gelaten. Dit is een vrij kleine bijmestgift die niet snel zal leiden tot een totale gift die hoger is dan het vaste advies (natuurlijk ook afhankelijk van de gekozen basisgift). Het is overigens niet duidelijk hoe dit getal is afgeleid en we hoeven het dan ook niet heel serieus te nemen.

Belangrijker is de vraag hoe een jaar met grote opbrengstpotentie en grote N behoefte vroegtijdig herkend kan worden. Waarschijnlijk groeit een hoog-opbrengend gewas vanaf het begin harder dan een "normaal" gewas. Het zal dan al vroeg een hoge N-opname laten zien en systeem-Booij en andere bijmestsystemen zullen adviseren om niet of slechts weinig bij te mesten. Voor prei bestaat een bijmeststelsel dat op basis van gewasreflectiemetingen een simulatiemodel laat voorspellen wat de groei, en daarmee de N-behoefte, zal zijn gedurende de komende weken (Meurs and Booij, 2003). Wellicht dat een dergelijke schatting tijdens het groeiseizoen van het groeiverloop en de gewasontwikkeling ook in aardappelen toegepast kan worden. Implicatie: er is onderzoek nodig om in te kunnen spelen op jaren met grote opbrengstpotentie.

## 5.1 Literatuur

- Bouman B.A.M., Uenk D., Haverkort A.J. (1992) THE ESTIMATION OF GROUND COVER OF POTATO BY REFLECTANCE MEASUREMENTS. *Potato Research* 35:111-125.
- Greenwood D.J., Neeteson J.J., Draycott A. (1985) RESPONSE OF POTATOES TO N-FERTILIZER - QUANTITATIVE RELATIONS FOR COMPONENTS OF GROWTH. *Plant and Soil* 85:163-183.
- Klein Swormink B.W. (1999) Koppeling van fertigatie en 'stikstofstatusmonitoring' op basis van reflectiemetingen in aardappelen
- Meurs E.J.J., Booij R. (2003) Stikstofbijbemesting in prei op basis van CropScan : milieukundige en landbouwkundige potentie, fase II., *Plant Research International Nota* 240.
- Van Marion L.P. (2002) Ruimtelijk variabele stikstofbijbemesting in aardappelen op basis van gewasreflectiemetingen. Eindverslag afstudeervak *Plant Research International BIJVOORBEELD* en leerstoelgroep Gewas- en Onkruidedecologie, Wageningen.



## 6 Handleiding voor het gebruik van systeem-Booij

Op basis van de resultaten in de hoofdstukken 2 en 4, en de conclusies in hoofdstuk 5, wordt in dit hoofdstuk een praktische handleiding gegeven voor het toepassen van Sensorgestuurde stikstof bijbemesting in de praktijk. Het resultaat van deze handleiding is niet getest of vergeleken, maar een resultaat van praktische integratie van de bevindingen in deze studie tot één systeem. Bij deze handleiding komen ook hiaten en onzekerheden in de keten van sensing naar advies naar voren.

Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat het systeem, waarvoor Booij de basis legde in de meeste gevallen tot een goed stikstofbijmestadvies leidt. De resultaten zijn echter niet zondermeer toepasbaar. Voor het breed toepasbaar maken van de resultaten van dit onderzoek en aan te sluiten bij de praktijk zijn aanvullende richtlijnen nodig.

In dit hoofdstuk geeft een praktische handleiding op basis van de mogelijkheden en beperkingen van het systeem. De handleiding kan in de toekomst worden aangepast op basis van voortschrijdend inzicht dat worden verkregen uit onderzoek en praktijkervaringen.

Het bijmestadviesstelsel in aardappel volgens Booij kent drie stappen:

- Sensormeting van de gewasreflectie en het daaruit afleiden van een vegetatie index (WDVI)
- Afleiden van N-opname uit de vegetatie index met behulp van een ijklijn.
- Vaststellen van de stikstofbijmestgift op basis van een streefwaarde.

Hieronder worden punten ten aanzien van de implementatie van deze drie stappen in een praktijksituatie uitgewerkt. Aan het eind van dit hoofdstuk wordt dit in een stroomschema gepresenteerd.

Het bijmeststelsel maakt deel uit van de totale stikstofadvisering in aardappel. Bij een bijmeststelsel wordt de totale gift verdeeld over basisbemesting en bijbemesting. Aan de basis wordt in de regel ca. 2/3 deel van de adviesgift volgens de N-richtlijn toegediend. De benodigde bijmestgift is afhankelijk van teeltdoel, ras, bodemeigenschappen en overige groeiomstandigheden en kan variëren van niets tot wel 100 kg N per ha.

In het systeem Booij wordt aangegeven dat bij een berekende adviesgift groter dan 60 kg N per ha geen advies wordt gegeven. In dat geval moet de teler naar eigen inzicht handelen. Een eerste vraag is of de meetuitslag van CropScan betrouwbaar is c.q. het gewas niet in elkaar is gezakt of de gewasstructuur anderszins afwijkingen vertoont. Als de meetuitslag als betrouwbaar mag worden beschouwd, geeft de CropScan-waarneming aan dat er (veel) te weinig stikstof door het gewas is opgenomen. Een volgende vraag is hoe dat komt. Zijn de gewasgroei en N-opname belemmerd door droogte, een slechte structuur of ziekten en plagen? In dat geval kan een N<sub>min</sub>-meting uitsluiting geven over de stikstofvoorraad in de bodem. Als deze hoog is, heeft bijbemesten meestal geen zin. Het kan enkel helpen om effecten van een slechte structuur of aaltjesaantasting te doen verminderen. Om te bepalen of de N<sub>min</sub>-voorraad hoog genoeg is, kan men aan de hand van een N-opnamecurve schatten hoeveel stikstof het gewas nog nodig heeft. Hiervoor kan de standaard N-opnamecurve worden gebruikt (uitgezet tegen de tijd) van het NBS-bodem, dat is beschreven in de Adviesbasis bemesting (op Kennisakker). Nauwkeuriger is om uit te gaan van een N-opnamecurve uitgezet tegen de temperatuursom. Dit wordt in een vervolproject nader uitgewerkt. Als de gewasgroei niet door andere oorzaken is belemmerd en/of een lage N<sub>min</sub>-voorraad wordt gevonden, is stikstofgebrek de meest waarschijnlijke oorzaak. In dat geval kan het beste wel worden bijbemest en na 1-2 weken opnieuw worden gemeten met de CropScan. Voorstel is om de gift dan vooralsnog af te toppen op 60 kg N per ha en de volgende meetuitslag af te wachten. In een vervolproject moet worden uitgewerkt of ook in dit geval de hoogte van de gift kan worden geschat op basis van een N-opnamecurve (op basis van temperatuursom).

Naast een maximale N-bijmestgift zijn in het stroomschema van Booij (Figuur 1) twee andere begrenzingsaangegeven. Het stroomschema geeft aan dat er geen advies mogelijk is vóór 1 juli en bij een bodembedekking minder dan 90%. Deze begrenzingsaangegeven roepen vragen op bij het praktische gebruik van het systeem. De begrenzing van de bodembedekking <90% is afgeleid van de resultaten van onderzoek. Een lage basisbemesting van 100-150 kg N per ha was in de proeven van Booij voldoende om de groei van het gewas te waarborgen tot het moment dat het loof de bodem volledig had bedekt. Daaruit kun je afleiden dat bijbemesten bij 90% bodembedekking vroeg genoeg is. Bij twijfel (bijvoorbeeld op een N-arme grond) kan de basisgift desgewenst worden verhoogd naar 75% van de basisgift.

Een ander voordeel van dit gewasstadium is bovendien dat de totale N-inhoud van het gewas die nodig is om een maximale opbrengst te halen, vanaf 90% grondbedekking het maximum al dicht benaderd. Daarna blijft de N-inhoud vrij constant. Booij gaf aan dat bij een N-opname van 200 kg/ha bij het sluiten van het gewas de maximale opbrengst kan worden bereikt. Deze waarde gebruikte Booij als streefwaarde voor het

bijmestadvies. Op eerdere tijdstippen zijn geen streefwaarden bekend, en neemt de N – inhoud van het gewas nog sterk toe.

In de praktijk begint men, om verschillende praktische redenen, echter wel in een vroeger stadium met het bijbemesten met stikstof: bij begin knolzetting, bij de laatste keer aanaarden op zand vóór gewassluiting, na periode met overvloedige neerslag met risico van N-uitspoeling. Momenteel staat ook de bijbemesting met dunne fractie van drijfmest of mineralenconcentraat in de belangstelling. Deze kunnen na gewassluiting niet goed meer worden toegediend (schade aan het loof). De tijdstippen waarop in de praktijk wordt gestart met bijbemesten liggen in het algemeen voor het moment dat het loofbedekking 90% is bereikt.

Het vaststellen van de stikstofinhoud aan de hand van sensormetingen en WDVI is wel mogelijk in vroege gewasstadia maar streefwaarden zijn daarvoor niet vastgesteld. Een opname met een gewassensor levert dan wel een beeld van de regelmaat van de N-opname door het gewas op het perceel. Maar de teler moet zelf een gift vaststellen.

Een begrenzing van het tijdstip waarop een stikstof-bijmestadvies wordt gegeven, kan uit dat oogpunt beter worden vervangen door een streefopnamecurve, uitgezet tegen de temperatuursom of een indicatie voor gewasontwikkeling, bv. een schatting voor het percentage bodembedekking. Dit moet in een vervolgpriject worden uitgewerkt en getest.

Een andere begrenzing in het stroomschema van Booijs systeem is de datum van 1 juli. Vóór die datum geeft het systeem geen advies. Deze begrenzing kan niet worden afgeleid uit het onderzoek. Het noemen van een datum strookt niet met de grote variatie in vroegheid van gewassen die in de praktijk optreedt. Een gewas met een vroege pootdatum gecombineerd met een warm voorjaar zal half juni al evenveel stikstof hebben opgenomen als een laat gepoot gewas in een koud voorjaar op half juli of later. Sowieso is de gewasontwikkeling in het Zuiden van het land algemeen vroeger dan in het Noorden. De starre datum van 1 juli kan daarom beter vervallen. In het stroomschema wordt voorgesteld vanaf het bereiken van 90% bodembedekking tot 5 weken erna bij te bemesten. Later meten is niet meer zinvol. Het gewas heeft dan zijn stikstof al grotendeels opgenomen. Late bijmestgiften worden vaak nog wel gegeven om het loofapparaat langer vitaal te houden. De CropScan kan hierbij mogelijk worden gebruikt om vroegtijdig te detecteren dat het loof dreigt te gaan aftakelen, maar niet om de hoogte van de gift te berekenen

## 6.1 Vegetatie Index en schatting stikstofopname Ijklijn

### Sensor en bijbehorende ijklijn

In de experimenten is steeds met de CropScan sensor gewerkt. Met de gegevens van een groot aantal proeven is een ijklijn tot stand gekomen en getest. De CropScan sensor is niet geschikt voor praktisch gebruik in het veld op landbouwwerktuigen. Hiervoor zijn door verschillende bedrijven gewassensoren ontwikkeld die op machines kunnen worden gemonteerd. De golflengtes en bandbreedtes waarin deze sensoren meten wijken vaak af van die van de CropScan. De reflectie metingen van praktijksensoren worden vaak direct omgerekend naar een vegetatie index. Dit is een andere index dan de WDVI groen van de CropScan. De ijklijn uit dit onderzoek kan daarom niet direct in combinatie met praktijksensoren worden gebruikt.

Verder kunnen tal van zaken bij praktijksensoren afwijken van de CropScan sensor. De Yara N-Sensor meet niet loodrecht naar beneden maar onder een hoek. Crop Circle, GreenSeeker zijn actieve lichtsensoren terwijl de CropScan met omgevingslicht werkt. Verder hebben de sensoren verschillen in optische eigenschappen. Alle sensoren geven als output een vegetatie index. In hoofdstuk 4.12 staan de verbanden tussen de vegetatie indexen van de verschillende sensoren en de WDVI CropScan.

Een goed verband tussen de vegetatie index van een praktijksensor en de WDVI<sub>groen</sub> van de CropScan is een voorwaarde voor het toepassen van de resultaten van dit onderzoek.

Een kalibratie van de vegetatie index van praktijksensoren met de WDVI<sub>groen</sub> van de CropScan is hierbij een voorwaarde.

In de veldexperimenten viel het op dat de vegetatie index makkelijk wordt beïnvloed door de structuur van het loofdek. De schatting van N inhoud met de sensor laat een regelmatige stijging in het begin van het groeiseizoen zien. Als het loof in elkaar zakt of door wind en zware neerslag verwaait daalt de van de sensormeting afgeleide stikstof opname soms met tientallen kilo's in een korte periode. De sensormeting geeft dan geen betrouwbare schatting van de N –opname. Het is dan beter de N-bijmestgift op een andere wijze te bepalen. In de meeste gevallen treedt dit echter op na de periode waarin wordt bijbemest.



## 6.2 Streefwaarde

Het onderzoek laat zien dat de stikstofopname door het gewas met een sensor betrouwbaar kan worden geschat. De streefwaarde is door Booij vastgesteld op 200 kg N per ha in het hele gewas voor consumptieaardappelen en 175 kg N per ha voor zetmeelaardappelen, vanaf het moment dat >90% grondbedekking is bereikt. Hierin kan worden gedifferentieerd; in hoofdstuk 2.2 wordt uitgebreid ingegaan op de hoogte van de streefwaarde. Het onderzoek heeft echter onvoldoende aanwijzingen gegeven voor het verder differentiëren van de streefwaarde. In hoofdstuk 2 wordt de suggestie gedaan om voor zetmeelaardappelen de streefwaarde van 175 kg N/ha te handhaven en voor consumptieaardappel de streefwaarde van 200 met de opmerking dat dit mogelijk hoger zou moeten zijn. Voor pootgoed gelden lagere giften en het lijkt logisch hier ook lager streefwaarden aan te koppelen vanwege de kortere groeiduur en de wenselijkheid dat op het moment van loofdoding het gewas al afrijpt. Ook lijkt het logisch de streefwaarden te differentiëren voor rasverschillen qua N-behoefte. Voor het opstellen van dergelijke gedifferentieerde streefwaarden is meer onderzoek nodig. Het krijgt dan ook aandacht in een vervolgpriject, naast het al eerder genoemde onderzoek naar mogelijkheden om ook wat eerder bijmestadviezen te kunnen geven.

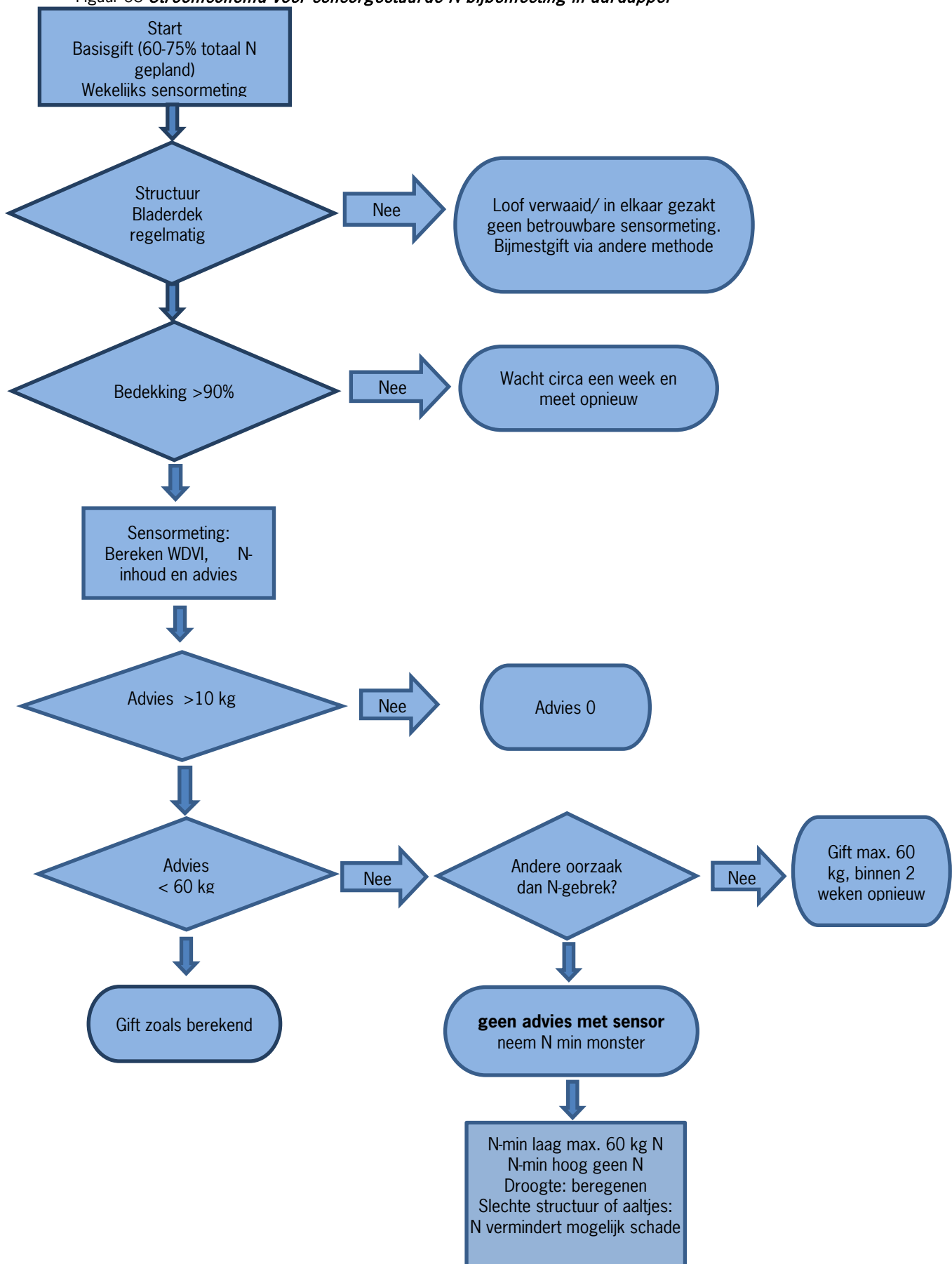
## 6.3 Stappen

Stappen (uit te voeren tijdens het groeiseizoen):

- Adviesgift vaststellen afhankelijk van ras teeltdoel bodem N-min. Etc.)
- Bij poten 60-75% van de adviesgift volgend de N-richtlijn
- Starten meting met gewasreflectiesensoren bij ca. 90% bodembedekking
- Vaststellen N-opname met ijklijn per sensor
- Streefwaarde kiezen afhankelijk van teeltdoel
- Gift = streefwaarde- N-opname volgens meetwaarde
- Na N-bemesting tenminste 2 weken wachten voor nieuwe meting voor nieuwe bijmestgift

Bovenstaand stappenplan geeft alleen een betrouwbaar advies als er geen bijzonder omstandigheden of beperkingen zijn voor de N opname. Droogte of overmatige neerslag kunnen de beschikbaarheid van stikstof beperken. Een slechte bodemstructuur, ziekten en nematoden kunnen oorzaak zijn voor onvoldoende N opname terwijl er voldoende N beschikbaar is. Voor deze situaties geeft een sensorgestuurd N bijmestadvies uiteraard geen advies. De beoordeling of dergelijke situaties optreden is aan de teler. In onderstaande Figuur 53 is de procedure weergegeven in een stroomschema.

Figuur 53 *Stroomschema voor sensorgestuurde N bijbemesting in aardappel*



# 7 Aanbevelingen

## **Geschiktheid praktijksensoren.**

### **Kalibratie van sensor en bijbehorende rekenregel**

De combinatie sensor en ijklijn voor stikstofopname in aardappel

### **Beoordeling van praktijksensoren op basis van specificaties**

- Output van de sensor. Bandbreedtes meetbereik, Vegetatieindex
- Relatie van de Vegetatieindex van de sensor met de  $WDVI_{groen}$  volgens CropScan.

De telers kunnen alleen gebruikmaken van praktijksensoren. Er dient duidelijkheid te zijn over de vegetatieindex die wordt berekend. Berekenwijze en het verband met de standaard vegetatie index  $WDVI_{groen}$ .

### **Periodieke Kalibratie sensor**

Ook moet duidelijk zijn of de sensoren steeds naar behoren werken, voldoende nauwkeurig gekalibreerd zijn. Afstemming over feitelijke werking van de sensoren zal met de leveranciers/producenten van de sensoren moeten worden kortgesloten. Om sensorgestuurde N-bijmesting breed geaccepteerd te krijgen moet er een antwoord zijn op de volgende vragen:

- Hoe kan een teler vaststellen of een sensor gekalibreerd is?
- Wat kan een teler doen om te voorkomen dat de kalibratie verloopt?
- Wordt met de sensormeting de N-opname door het gewas goed geschat?

Kalibratie wordt opgepakt in vervolgproject

### **Uitzoeken wanneer sensormeting onbetrouwbaar is**

De Vegetatie index vertoonde in sommige jaren en locaties periodieke afwijkingen. De waarde van de uit de  $WDVI$  afgeleide N-opname daalde soms met enkele tieltallen kg/ha in een week. Het vermoeden bestaat dat verwelking, uit elkaar waaien of in elkaar zakken van het loof door wind en regen hiervan de oorzaak. Het is belangrijk te achterhalen hoe de sensormeting reageert op plotselinge wijzigingen in de structuur van het bladerdek.

Kalibratie protocol en Certificering van sensoren voor N bijmesten

## **Advisering**

### **Differentiëren streefwaarde naar teeltdoel en lengte van het groeiseizoen**

In de hoofdstukken 2 en 6 wordt voorgesteld streefwaarden te differentiëren naar teeltdoel en lengte groeiseizoen. De voorgestelde streefwaarden zijn tot stand gekomen door inschatting van deskundigen maar niet getoetst. Deze toetsing is nodig voor een betrouwbaar adviessysteem.

### **Sensor advies en bemesting met vloeibare meststoffen**

Een systeem van sensormeting op de spuit en het direct doseren van vloeibare meststoffen heeft belangstelling in de praktijk. Met het huidige systeem Booij is dit nog niet mogelijk. Eer wordt op één moment een advies gegeven voor N bijbemesting. Met vloeibare N meststoffen kan maximaal 15 kg N per keer worden gegeven. Als in een bijmest systeem bijvoorbeeld 60 kg N/ha is gereserveerd voor bijbemesting zijn maximaal 4 toepassing tijdstippen nodig om dit te geven.

### **Eerder N-bijmesten (voor 90% bodembedekking)**

Om op elk tijdstip een advies te kunnen geven, moet ook op elk moment een streefwaarde voor de N-opname beschikbaar zijn. Hiervoor zou een "streef N-opname curve" beschikbaar moeten zijn. Deze curve kan in de toekomst bovendien worden gedifferentieerd naar teeltdoel, ras, grondsoort etc

### **De ijklijn WDV<sub>groen</sub> en N-opname**

Booij koppelde de ijklijn van de WDV<sub>groen</sub> aan de totale N-opname door het gewas, terwijl de sensor alleen naar het bladerdek "kijkt". Voor de productie is de conditie = stikstof inhoud van het loof relevant.

Daarom lijkt het logische het systeem te baseren op een ijklijn WDV<sub>groen</sub> met N opslag in et loof. De data set zou opnieuw moeten worden geanalyseerd om te achterhalen of deze insteek voordelen biedt boven de door Booij gekozen insteek.

### **Opbrengspotentie**

Elk perceel heeft een opbrengspotentie. Bovendien kan in de loop van juli worden geschat hoe de opbrengst zal zijn ten opzichte van de gemiddelde verwachting. Aanpassing van het N-bijmestadvies aan de opbrengstverwachting kan mogelijk tot een verdere verbetering van de N efficiëntie leiden.

Dit aspect ontbreekt nog in bijmestadviezen maar biedt perspectieven in combinatie met sensormetingen en historische geodata.

### **Implementatie**

#### **Praktijk toetsing en validatie**

Vervolgonderzoek zou zich in eerste instantie moeten richten op implementatie in de praktijk van systeem-Booij voor het bijbemesten van aardappelen, signalering van (praktische) knelpunten en het vinden van oplossingen daarvoor.

Implementatie in de praktijk verloopt alleen succesvol als is gebleken dat het systeem op praktijkschaal voordelen biedt en werkbaar is. Het bijmeststysteem zou daartoe bij meerdere telers beproefd moeten worden. Een goede manier om zo'n vergelijking uit te voeren is door verschillende stroken in de breedte van een werkgang op één perceel om en om volgens inzicht van de teler en volgens de adviesregel te bemesten. Het resultaat wordt beoordeeld aan de hand van de gewasopbrengsten. De gewasopbrengsten vastgesteld door pleksgewijs te bemonsteren of bij de oogst de opbrengst van de verschillende stroken in kiepers op een weegbrug te wegen. De resultaten van de praktijkvergelijking moeten betrouwbaar zijn. Hiervoor is statistische verantwoording belangrijk. Verder moet bij een dergelijk implementatietraject aandacht worden geschonken aan de communicatie over de werkzaamheden en de resultaten.

Het valt te verwachten dat tijdens het uitvoeren van een vergelijking zoals hierboven bedoeld praktische knelpunten aan het licht komen. Hieronder wordt geanticipeerd op een aantal van deze knelpunten.

# Bijlage 1 Tabellen resultaten metingen

*Gemiddelde WDV-g per behandeling en per datum voor experimenten Flevoland "Alikruikweg" in 2010*

Datum	advies	nul	praktijk
15-6-2010	17,5	16,2	20,3
22-6-2010	31,8	26,7	31,7
29-6-2010	46,5	33,7	42,7
6-7-2010	52,8	31,9	45,2
13-7-2010	50,2	39,2	50,3
27-7-2010	50,5	37,3	54,7
3-8-2010	50,3	37,3	55,0
10-8-2010	44,5	31,9	50,1
24-8-2010	25,7	16,5	35,4

*Gemiddelde N opname (kg ha<sup>-1</sup>) per behandeling en per datum voor experimenten "Alikruikweg" in 2010*

Datum	advies	nul	praktijk
15-6-2010	38,5	35,8	44,5
22-6-2010	68,5	57,9	68,3
29-6-2010	136,9	72,5	106,3
6-7-2010	188,1	68,7	129,7
13-7-2010	166,7	83,9	167,5
27-7-2010	169,5	80,1	203,4
3-8-2010	168,0	80,0	206,2
10-8-2010	120,8	68,7	166,5
24-8-2010	55,8	36,5	76,0

*Gemiddelde WDV-g per behandeling en per datum voor experimenten "Claassen" te Vierhuizen in 2010.*

Datum	Dubbele basisgift (150 N)	Enkele basisgift (80 N)	Standaard (80 basis + 20 bijmest)
7-5-2010	43,1	41,9	35,6
21-6-2010	28,2	39,2	37,5
12-7-2010	43,6	42,7	37,0
19-7-2010	47,6	44,6	42,7
26-7-2010	29,7	42,3	37,3

*Gemiddelde N opname (kg ha<sup>-1</sup>) per behandeling en per datum voor experimenten "Claassen" in 2010.*

Datum	Dubbele basisgift (150 N)	Enkele basisgift (80 N)	Standaard (80 basis + 20 bijmest)
7-5-2010	109,7	100,1	76,4
21-6-2010	60,9	84,0	80,4
12-7-2010	113,7	106,3	79,5
19-7-2010	145,8	121,3	106,0
26-7-2010	64,1	103,1	80,1

*Nmin in de bodem na oogst (uitgedrukt als NO3-N in kg ha-1).*

experiment	behandeling	datum	n_obs	0-30	0-30 sd	30-60	30-60 sd
Kollumerwaard	A_Annabelle_ON	9-Sep-2010	3	22.7	3.1		
Kollumerwaard	A_Monalisa_ON	9-Sep-2010	3	21.7	3.3		
Kollumerwaard	A_Mondial_ON	9-Sep-2010	3	17.8	1		
Kollumerwaard	B_Annabelle_50N	9-Sep-2010	1	26			
Kollumerwaard	B_Mondial_50N	9-Sep-2010	3	24	5.6		
Kollumerwaard	C_Annabelle_75N	9-Sep-2010	4	25.6	3.3		
Kollumerwaard	C_Monalisa_75N	9-Sep-2010	3	25.2	3.3		
Kollumerwaard	C_Mondial_75N	9-Sep-2010	3	20.8	2		
Kollumerwaard	D_Annabelle_100N	9-Sep-2010	3	27.3	2.6		
Kollumerwaard	D_Monalisa_100N	9-Sep-2010	3	25.6	5.6		
Kollumerwaard	D_Mondial_100N	9-Sep-2010	3	21.4	3.4		
Kollumerwaard	E_Annabelle_125N	9-Sep-2010	2	34.3	1		
Kollumerwaard	E_Monalisa_125N	9-Sep-2010	3	27	2.9		
Kollumerwaard	E_Mondial_125N	9-Sep-2010	3	27.5	4.7		
Kollumerwaard	F_Annabelle_150N	9-Sep-2010	2	41.7	1.8		
Kollumerwaard	F_Monalisa_150N	9-Sep-2010	3	43.1	2.5		
Kooijenburg	A_Seresta_ON	15-Oct-2010	4	11.7	5		
Kooijenburg	B_Seresta_50N	15-Oct-2010	4	13.6	2.7		
Kooijenburg	C_Seresta_100N	15-Oct-2010	4	12.8	3.3		
Kooijenburg	E_Seresta_150N	15-Oct-2010	4	13.9	4.1		
Kooijenburg	F_Seresta_200N	15-Oct-2010	4	16.3	5.5		
Kooijenburg	G_Seresta_250N	15-Oct-2010	4	18.5	3.9		
Kooijenburg	H_Seresta_200+50N KAS	15-Oct-2010	4	18.3	1.9		
Kooijenburg	M_Seresta_150+Advies AM	15-Oct-2010	4	13.9	3.4		
Lelystad	A_Agria_ON	1-Oct-2010	4	11.9	0.8	7.9	1.7
Lelystad	C_Agria_150N	1-Oct-2010	4	20.9	3.2	11.5	1.3
Lelystad	D_Agria_200N	1-Oct-2010	4	24.4	4.3	16	3.2
Lelystad	E_Agria_250N	1-Oct-2010	4	29.6	6.7	22.2	7
Lelystad	F_Agria_200+50N KAS	1-Oct-2010	4	30.1	5.2	19.3	4
Lelystad	K_Agria_150+Advies AM	1-Oct-2010	4	19.7	5.8	12.3	3.1
Lelystad	L_Agria_75N	1-Oct-2010	4	14.7	0.9	8.7	0.3
Valthermond	A_Seresta_ON	5-Oct-2010	3	23.2	6.1		
Valthermond	B_Seresta_125N	5-Oct-2010	3	27.2	6.3		
Valthermond	C_Seresta_125+100N	5-Oct-2010	3	37.4	8.8		
Valthermond	D_Seresta_125+CropScanadvies	5-Oct-2010	3	46.1	10.8		
Valthermond	E_Seresta_175N	5-Oct-2010	3	37.4	10.4		
Valthermond	F_Seresta_175+50N	5-Oct-2010	3	43.2	7.5		
Valthermond	G_Seresta_175+CropScanadvies	5-Oct-2010	2	60.4	4.4		
Valthermond	H_Seresta_225N	5-Oct-2010	3	49.8	14.9		
Vredepeel	A_Fontane_ON	29-Sep-2010	4	24.3	5.7		
Vredepeel	E_Fontane_0+100N KAS	29-Sep-2010	4	21.5	6.7		
Vredepeel	G_Fontane_50N	29-Sep-2010	4	26.2	2.9		
Vredepeel	J_Fontane_50+100N KAS	29-Sep-2010	4	22.1	4.3		
Vredepeel	L_Fontane_100N	29-Sep-2010	4	24.9	4.3		
Vredepeel	O_Fontane_100+100N KAS	29-Sep-2010	4	25.7	10.7		
Vredepeel	Q_Fontane_150N	29-Sep-2010	4	23.9	8.6		
Vredepeel	T_Fontane_150+100N KAS	29-Sep-2010	4	20.7	2.5		

Gemiddelde WDV-g per behandeling en per datum voor experimenten "Kollumerwaard" in 2010.

<b>Behandeling</b>	<b>21-6-2010</b>	<b>5-7-2010</b>	<b>12-7-2010</b>	<b>19-7-2010</b>	<b>26-7-2010</b>
A_Annabelle_ON	11,1	28,8	19,5	27,6	28,9
A_Crisps4all_ON	9,8	24,9	22,3	30,0	33,9
A_Dione_ON	10,3	25,8	24,2	32,9	37,0
A_hz00-1336_ON	9,6	26,9	26,5	31,2	35,8
A_hz00-1430_ON	12,1	29,6	22,3	28,9	29,5
A_Leonardo_ON	7,1	21,8	22,0	28,9	33,0
A_Monalisa_ON	8,3	23,8	21,3	28,9	32,4
A_Mondial_ON	9,7	24,7	24,7	34,3	39,1
A_Ronaldo_ON	11,9	30,6	28,1	39,8	42,5
A_Taurus_ON	11,3	27,0	26,0	33,0	34,4
B_Annabelle_50N	9,9	29,0	20,8	31,0	36,0
B_Crisps4all_50N	7,0	24,8	24,3	34,9	40,7
B_Dione_50N	12,6	29,9	30,1	38,5	42,6
B_hz00-1336_50N	8,8	29,1	30,3	38,1	42,7
B_Leonardo_50N	5,5	20,5	23,0	34,2	42,0
B_Mondial_50N	10,8	28,0	28,3	43,1	47,4
B_Ronaldo_50N	13,0	34,5	32,5	46,1	48,2
B_Taurus_50N	12,1	31,0	28,5	38,7	42,0
C_Annabelle_75N	11,3	30,5	22,3	32,8	38,8
C_Crisps4all_75N	9,3	27,5	24,8	39,0	44,6
C_Dione_75N	12,5	29,6	27,9	40,0	45,8
C_hz00-1336_75N	11,8	30,5	27,7	39,3	46,9
C_hz00-1430_75N	12,0	33,7	26,6	37,2	41,8
C_Leonardo_75N	5,5	22,0	23,3	36,6	44,9
C_Monalisa_75N	10,0	26,3	25,1	36,5	44,2
C_Mondial_75N	9,5	27,5	30,2	47,1	52,0
C_Ronaldo_75N	12,4	34,6	31,8	48,1	51,2
C_Taurus_75N	12,7	31,1	30,5	42,2	47,8
D_Annabelle_100N	12,2	32,2	22,1	32,9	41,3
D_Crisps4all_100N	7,9	26,0	25,4	41,1	48,4
D_Dione_100N	12,5	30,7	30,9	43,7	51,1
D_hz00-1336_100N	12,5	31,8	32,2	43,1	50,5
D_hz00-1430_100N	12,8	34,8	26,5	38,8	46,2
D_Leonardo_100N	4,4	23,9	25,1	38,7	47,6
D_Monalisa_100N	10,8	25,8	23,1	33,6	41,6
D_Mondial_100N	10,3	29,0	29,7	46,3	52,7
D_Ronaldo_100N	12,5	34,9	31,6	48,6	52,4
D_Taurus_100N	14,5	32,8	30,9	42,8	49,2
E_Annabelle_125N	13,6	35,1	23,7	37,0	44,9
E_Crisps4all_125N	11,1	27,2	25,6	38,7	46,4
E_Dione_125N	12,2	30,9	27,9	41,4	47,8
E_hz00-1336_125N	12,6	35,9	35,0	45,9	50,9
E_hz00-1430_125N	13,3	36,1	27,7	39,5	47,4
E_Leonardo_125N	7,3	26,2	27,1	40,0	47,5
E_Monalisa_125N	11,1	29,2	26,3	38,2	46,3

E_Mondial_125N	11,0	30,7	31,9	49,2	54,3
E_Ronaldo_125N	12,4	34,0	32,3	49,7	54,0
E_Taurus_125N	12,5	33,0	29,9	43,3	51,1
F_Annabelle_150N	12,2	36,6	25,8	38,8	43,4
F_hz-00-1430_150N	12,5	35,3	29,9	41,8	48,4
F_Monalisa_150N	8,8	26,7	26,1	38,0	45,9



Gemiddelde N opname (kg ha<sup>-1</sup>) per behandeling en per datum voor experimenten "Kollumerwaard" in 2010

<b>Behandeling</b>	<b>21-6-2010</b>	<b>5-7-2010</b>	<b>12-7-2010</b>	<b>19-7-2010</b>	<b>26-7-2010</b>
A_Annabelle_ON	25,2	62,2	42,6	59,7	62,4
A_Crisps4all_ON	22,4	54,0	48,7	64,7	73,0
A_Dione_ON	23,4	56,0	52,5	70,7	79,3
A_hz-00-1336_ON	22,1	58,3	57,4	67,3	76,8
A_hz-00-1430_ON	27,3	64,0	48,6	62,3	63,6
A_Leonardo_ON	16,9	47,5	47,9	62,4	71,0
A_Monalisa_ON	19,4	51,8	46,4	62,4	69,7
A_Mondial_ON	22,3	53,6	53,6	73,8	83,8
A_Ronaldo_ON	26,8	66,0	60,6	91,9	106,1
A_Taurus_ON	25,5	58,4	56,2	71,0	73,9
B_Annabelle_50N	22,5	62,5	45,4	66,8	77,3
B_Crisps4all_50N	16,6	53,9	52,7	75,1	93,5
B_Dione_50N	28,3	64,5	64,9	82,6	105,4
B_hz-00-1336_50N	20,3	62,9	65,4	82,1	106,0
B_Leonardo_50N	13,4	44,8	50,0	73,6	101,9
B_Mondial_50N	24,5	60,6	61,2	109,4	144,7
B_Ronaldo_50N	29,1	74,1	70,0	133,9	150,9
B_Taurus_50N	27,3	66,8	61,6	82,9	100,4
C_Annabelle_75N	25,5	65,9	48,6	70,6	83,2
C_Crisps4all_75N	21,4	59,5	53,7	84,0	121,8
C_Dione_75N	28,0	63,8	60,4	89,0	131,0
C_hz-00-1336_75N	26,5	65,7	59,8	85,7	140,1
C_hz-00-1430_75N	26,9	72,5	57,6	79,8	98,7
C_Leonardo_75N	13,3	47,9	50,8	78,6	124,1
C_Monalisa_75N	22,8	56,9	54,5	78,4	118,5
C_Mondial_75N	21,8	59,5	65,1	141,7	181,6
C_Ronaldo_75N	27,9	74,3	68,6	149,9	175,4
C_Taurus_75N	28,6	67,0	65,7	102,2	147,3
D_Annabelle_100N	27,3	69,4	48,2	70,8	96,5
D_Crisps4all_100N	18,5	56,3	55,1	96,2	152,6
D_Dione_100N	28,1	66,1	66,7	114,5	174,6
D_hz-00-1336_100N	28,0	68,5	69,2	109,7	169,4
D_hz-00-1430_100N	28,7	74,8	57,3	85,5	134,4
D_Leonardo_100N	11,1	52,0	54,4	85,1	145,8
D_Monalisa_100N	24,6	56,0	50,2	72,2	98,9
D_Mondial_100N	23,4	62,5	64,1	135,2	187,1
D_Ronaldo_100N	28,0	75,0	68,0	154,0	184,5
D_Taurus_100N	32,3	70,6	66,7	106,7	158,8
E_Annabelle_125N	30,3	75,4	51,5	79,4	124,2
E_Crisps4all_125N	25,1	58,8	55,5	84,4	136,5
E_Dione_125N	27,4	66,6	60,4	95,7	147,4
E_hz-00-1336_125N	28,3	77,1	75,2	132,1	173,0
E_hz-00-1430_125N	29,7	82,8	59,9	87,3	144,2
E_Leonardo_125N	17,1	56,8	58,5	86,1	145,1
E_Monalisa_125N	25,2	63,0	57,0	83,7	135,7

E_Mondial_125N	25,0	66,1	68,6	159,0	199,8
E_Ronaldo_125N	27,8	73,1	69,4	163,4	197,5
E_Taurus_125N	28,0	71,0	64,5	110,8	174,3
F_Annabelle_150N	27,5	78,6	56,0	83,1	111,6
F_hz-00-1430_150N	28,1	75,7	64,4	101,6	152,6
F_Monalisa_150N	20,4	57,7	56,5	81,6	132,1

Gemiddelde WDVl-g per behandeling en per datum voor experimenten "Kooijenburg" in 2010.

<b>Behandeling</b>	<b>22-6-2010</b>	<b>5-7-2010</b>	<b>13-7-2010</b>	<b>20-7-2010</b>	<b>27-7-2010</b>	<b>3-8-2010</b>	<b>10-8-2010</b>	<b>17-8-2010</b>	<b>31-8-2010</b>
A_Seresta_0N	8,4	11,3	18,6	24,2	3,9	1,2	17,8	-1,0	1,1
B_Seresta_50N	11,4	18,4	28,3	33,2	9,9	5,2	28,3	9,0	9,5
C_Seresta_100N	11,3	17,3	30,0	35,5	7,9	8,5	32,2	14,4	15,0
D_Seresta_130N	12,3	20,7	30,8	36,8	13,5	9,2	35,4	19,2	20,9
E_Seresta_150N	11,4	19,8	31,5	37,9	16,0	10,6	37,7	21,1	23,1
F_Seresta_200N	11,1	21,2	33,2	38,5	13,6	13,4	40,2	24,6	28,1
G_Seresta_250N	9,4	18,9	31,0	36,4	11,7	11,7	37,9	25,2	28,0
H_Seresta_200+50N KAS	11,0	23,1	33,0	40,9	14,8	17,2	42,4	29,1	32,5
J_Seresta_150N UREAN	10,7	18,8	30,2	37,2	13,2	9,7	35,3	18,5	18,5
K_Seresta_150N NTS	10,4	18,6	30,3	37,1	12,6	9,2	35,7	18,1	17,7
L_Seresta_150N UREUM	9,9	18,1	30,5	37,8	12,7	9,9	35,8	18,9	19,6
M_Seresta_150+Advies AM	10,6	20,5	31,5	39,3	14,4	13,5	41,2	25,5	28,3

Gemiddelde N opname (kg ha-1) per behandeling en per datum voor experimenten "Kooijenburg" in 2010.

<b>Behandeling</b>	<b>22-6-2010</b>	<b>5-7-2010</b>	<b>13-7-2010</b>	<b>20-7-2010</b>	<b>27-7-2010</b>	<b>3-8-2010</b>	<b>10-8-2010</b>	<b>17-8-2010</b>	<b>31-8-2010</b>
A_Seresta_ON	19,5	25,5	40,8	52,6	10,2	4,5	39,2	-0,1	4,2
B_Seresta_50N	25,7	40,5	61,2	71,5	22,7	12,7	61,3	20,8	21,8
C_Seresta_100N	25,5	38,1	64,7	76,3	18,4	19,6	69,4	32,0	33,2
D_Seresta_130N	27,7	45,3	66,3	79,0	30,1	21,2	76,0	42,0	45,6
E_Seresta_150N	25,8	43,3	67,9	81,4	35,5	24,1	81,0	46,1	50,2
F_Seresta_200N	25,1	46,3	71,5	82,6	30,5	29,9	89,3	53,3	60,8
G_Seresta_250N	21,7	41,5	66,8	78,1	26,4	26,5	94,2	54,6	60,6
H_Seresta_200+50N KAS	24,8	50,3	71,1	95,0	32,9	37,9	103,9	62,9	70,0
J_Seresta_150N UREAN	24,3	41,4	65,2	79,9	29,5	22,2	75,8	40,7	40,5
K_Seresta_150N NTS	23,7	40,9	65,3	79,5	28,2	21,3	76,6	39,8	38,9
L_Seresta_150N UREUM	22,7	39,7	65,8	81,2	28,4	22,5	76,8	41,5	42,8
M_Seresta_150+Advies AM	24,0	44,8	67,8	85,8	32,0	30,2	94,3	55,4	61,2

Gemiddelde WDVt-g per behandeling en per datum voor experimenten "Lelystad" in 2010.

Behandeling	15-6-2010	22-6-2010	29-6-2010	6-7-2010	13-7-2010	27-7-2010	3-8-2010	10-8-2010	24-8-2010
A_Agria_ON	12,7	15,7	16,9	23,5	23,9	37,7	39,7	41,4	37,1
B_Agria_130N	17,5	23,2	27,9	35,6	38,3	45,4	49,2	51,0	44,3
C_Agria_150N	17,4	23,9	27,3	35,4	38,9	46,5	48,7	50,5	43,8
D_Agria_200N	17,7	24,1	29,1	38,7	41,4	48,8	51,2	53,0	47,0
E_Agria_250N	17,9	25,4	31,0	40,2	40,7	48,3	50,6	53,1	46,1
F_Agria_200+50N KAS	18,7	25,5	30,7	39,8	39,8	48,4	53,2	54,9	47,6
G_Agria_150N UREAN	17,8	23,1	27,5	36,0	37,9	46,3	48,5	50,4	42,6
H_Agria_150N NTS	17,4	23,4	27,3	33,8	37,7	44,5	48,1	50,4	44,1
J_Agria_150N UREUM	17,6	22,7	26,1	34,2	36,6	44,8	49,7	51,2	45,4
K_Agria_150+Advies AM	18,1	23,5	28,2	35,6	38,8	45,4	50,8	51,5	45,2
L_Agria_75N	16,3	21,1	23,9	31,9	34,0	44,0	46,5	48,5	41,7
Z_Agria_blanko	17,6	23,0	26,6	36,0	39,3	46,1	52,6	52,3	49,1

Gemiddelde N opname (kg ha-1) per behandeling en per datum voor experimenten "Lelystad" in 2010.

Behandeling	15-6-2010	22-6-2010	29-6-2010	6-7-2010	13-7-2010	27-7-2010	3-8-2010	10-8-2010	24-8-2010
A_Agria_ON	28,5	34,7	37,2	51,2	51,9	84,8	87,1	96,4	79,6
B_Agria_130N	38,5	50,4	60,3	76,4	82,1	128,2	159,1	173,6	119,1
C_Agria_150N	38,4	51,9	59,0	76,0	83,4	137,4	154,7	169,7	115,5
D_Agria_200N	38,9	52,4	62,8	85,8	99,3	156,1	175,2	189,7	140,7
E_Agria_250N	39,3	55,1	66,9	94,4	93,3	151,6	170,2	190,1	133,4
F_Agria_200+50N KAS	41,1	55,2	66,3	91,0	89,0	152,7	191,1	205,1	146,0
G_Agria_150N UREAN	39,1	50,3	59,5	77,3	83,7	135,8	153,7	168,6	105,8
H_Agria_150N NTS	38,2	51,0	59,1	72,7	80,9	121,0	150,2	168,5	117,3
J_Agria_150N UREUM	38,7	49,4	56,6	73,6	78,5	123,6	163,3	174,9	128,2
K_Agria_150+Advies AM	39,8	51,1	60,9	76,5	86,7	128,2	172,1	177,8	126,2
L_Agria_75N	36,0	46,0	51,9	68,8	73,2	117,1	137,4	153,1	98,2
Z_Agria_blanko	38,7	50,0	57,6	77,2	84,3	133,6	186,3	184,3	157,9

*Gemiddelde WDVl-g per behandeling en per datum voor experimenten Flevoland in 2010.*

<b>Datum</b>	<b>advies</b>	<b>nul</b>	<b>praktijk</b>
15-6-2010	26,9	22,0	29,1
22-6-2010	34,0	26,9	37,2
29-6-2010	43,7	29,3	47,9
6-7-2010	50,6	33,2	52,8
13-7-2010	47,7	37,3	52,8
27-7-2010	48,4	41,2	52,0
3-8-2010	46,2	41,2	51,5
10-8-2010	38,9	37,2	45,5
24-8-2010	28,1	23,4	30,8

*Gemiddelde N opname (kg ha-1) per behandeling en per datum voor experimenten Flevoland "Olsterweg" in 2010.*

<b>Datum</b>	<b>advies</b>	<b>nul</b>	<b>praktijk</b>
15-6-2010	58,3	48,0	62,8
22-6-2010	73,0	58,1	79,9
29-6-2010	114,4	63,2	148,6
6-7-2010	170,1	71,4	188,0
13-7-2010	146,7	80,0	188,1
27-7-2010	152,8	98,1	181,3
3-8-2010	134,7	97,9	177,5
10-8-2010	83,5	79,8	129,2
24-8-2010	60,8	51,0	66,4

Gemiddelde WDVl-g per behandeling en per datum voor experimenten "Rusthoeve" in 2010.

Datum	A_ Victoria_ ON	B_ Victoria_ 100N	C_ Victoria_ 100+150N	D_ Victoria_ 100+CropScanadvies	E_ Victoria_ 150N	F_ Victoria_ 150+100N	G_ Victoria_ 150+CropScanadvies	H_ Victoria_ 250N
21-6-2010	16,5	18,0	17,8	17,8	20,0	15,9	18,8	18,4
28-6-2010	21,5	27,6	26,1	28,8	28,3	25,7	28,5	28,5
5-7-2010	22,7	30,7	28,7	29,2	29,8	26,5	32,5	31,0
10-7-2010	21,2	31,1	29,9	31,1	33,3	29,6	32,2	31,7
19-7-2010	20,9	34,2	32,8	34,2	35,8	33,1	35,8	35,6
27-7-2010	22,6	36,6	34,9	36,4	38,3	35,1	37,9	37,4
3-8-2010	20,1	34,8	37,4	36,7	39,0	35,2	38,8	38,0
23-8-2010	2,2	10,1	13,7	13,8	15,7	15,1	16,5	13,3

Gemiddelde N opname (kg ha-1) per behandeling en per datum voor experimenten "Rusthoeve" in 2010.

Datum	A_ Victoria_ ON	B_ Victoria_ 100N	C_ Victoria_ 100+150N	D_ Victoria_ 100+CropScanadvies	E_ Victoria_ 150N	F_ Victoria_ 150+100N	G_ Victoria_ 150+CropScanadvies	H_ Victoria_ 250N
21-6-2010	36,3	39,6	39,1	39,1	43,9	35,1	41,3	40,4
28-6-2010	47,0	59,6	56,5	62,3	61,3	55,8	61,7	61,6
5-7-2010	49,5	66,2	62,1	63,1	64,4	57,4	69,9	66,7
10-7-2010	46,3	67,1	64,4	67,1	71,7	63,9	69,3	68,4
19-7-2010	45,6	73,6	70,5	74,8	79,1	71,2	80,1	76,4
27-7-2010	49,2	78,6	75,0	80,4	90,2	76,4	87,1	83,2
3-8-2010	43,9	74,8	82,7	83,2	93,7	75,5	90,2	84,5
23-8-2010	6,6	23,0	30,7	30,8	34,7	33,6	36,4	29,7

Gemiddelde WDV-g per behandeling en per datum voor experimenten "Valthermond" in 2010.

Datum	A_ Seresta_ ON	B_ Seresta_ 125N	C_ Seresta_ 125+100N	D_ Seresta_ 125+CropScanadvies	E_ Seresta_ 175N	F_ Seresta_ 175+50N	G_ Seresta_ 175+CropScanadvies	H_ Seresta_ 225N
14-6-2010	10,0	15,7	15,3	15,5	14,5	16,3	14,9	16,0
23-6-2010	16,5	27,8	28,8	27,5	28,5	31,5	28,1	31,5
1-7-2010	18,0	31,7	32,9	32,0	34,2	34,4	33,3	35,7
7-7-2010	18,7	32,4	34,1	33,5	35,6	36,3	35,5	37,6
13-7-2010	25,2	36,8	36,8	36,3	38,1	39,6	36,6	41,2
20-7-2010	27,2	38,5	40,9	38,5	40,4	41,2	40,5	43,2
27-7-2010	18,6	26,5	29,1	28,0	28,6	30,5	25,3	26,1
3-8-2010	16,3	31,4	36,0	33,9	34,6	35,5	37,4	36,7
10-8-2010	10,9	27,7	33,8	30,8	31,6	34,7	35,7	35,2
19-8-2010	5,4	21,8	30,3	27,2	26,2	31,4	33,7	31,1
30-8-2010	2,4	16,3	25,2	21,1	20,9	25,9	29,7	27,6

Gemiddelde N opname (kg ha-1) per behandeling en per datum voor experimenten "Valthermond" in 2010.

Datum	A_ Seresta_ ON	B_ Seresta_ 125N	C_ Seresta_ 125+100N	D_ Seresta_ 125+CropScanadvies	E_ Seresta_ 175N	F_ Seresta_ 175+50N	G_ Seresta_ 175+CropScanadvies	H_ Seresta_ 225N
14-6-2010	22,7	34,7	34,0	34,4	32,2	36,1	33,2	35,3
23-6-2010	36,4	60,1	62,1	59,4	61,6	67,9	60,8	67,9
1-7-2010	39,7	68,2	70,7	68,9	73,6	73,8	71,7	76,7
7-7-2010	41,1	69,7	73,3	72,1	76,4	77,9	76,2	80,7
13-7-2010	54,8	79,0	79,0	78,0	81,8	85,2	78,6	97,4
20-7-2010	58,8	82,5	96,1	82,6	89,9	94,0	90,0	110,4
27-7-2010	40,8	57,3	62,9	60,6	61,9	65,7	54,8	56,6
3-8-2010	36,1	67,6	77,3	73,0	74,3	76,2	80,3	78,7
10-8-2010	24,7	60,0	72,8	66,5	68,2	74,6	76,7	75,7
19-8-2010	13,1	47,5	65,4	58,9	56,8	67,8	72,4	67,1
30-8-2010	6,9	36,1	54,6	46,1	45,6	56,1	64,2	59,7



Gemiddelde WDVl-g per behandeling en per datum voor experimenten "Vredepeel" in 2010.

<b>Behandeling</b>	<b>2-6-2010</b>	<b>9-6-2010</b>	<b>17-6-2010</b>	<b>24-6-2010</b>	<b>1-7-2010</b>	<b>8-7-2010</b>	<b>15-7-2010</b>	<b>5-8-2010</b>	<b>12-8-2010</b>	<b>31-8-2010</b>
A_Fontane_ON	6,7	16,0	19,3	18,8	19,5	19,8	21,5	17,8	14,7	4,9
B_Fontane_ON	6,5	15,5	19,4	20,1	20,3	20,8	21,0	18,3	14,6	3,9
C_Fontane_0+50N KAS	6,6	16,3	20,8	28,0	29,8	31,1	30,0	22,5	16,1	3,9
D_Fontane_0+50N UREAN	6,7	16,9	20,9	21,7	23,6	26,5	27,0	22,0	19,0	6,8
E_Fontane_0+100N KAS	6,4	15,8	20,4	28,0	34,6	37,7	33,2	25,7	21,1	8,2
F_Fontane_0+100N UREAN	6,7	16,3	20,1	22,0	23,6	24,9	29,8	23,4	17,8	5,8
G_Fontane_50N	6,8	20,1	28,2	31,6	32,7	32,5	31,4	21,1	15,7	3,6
H_Fontane_50+50N KAS	7,6	20,3	28,1	37,1	38,5	37,4	33,3	24,3	18,6	6,0
I_Fontane_50+50N UREAN	7,4	20,3	27,5	31,7	32,0	32,9	32,6	25,6	21,0	7,0
J_Fontane_50+100N KAS	6,8	20,9	29,0	38,9	43,3	42,7	37,5	29,5	23,6	8,5
K_Fontane_50+100N UREAN	7,5	21,0	28,6	33,6	34,8	36,4	32,4	25,8	19,1	4,4
L_Fontane_100N	7,1	21,1	30,4	36,6	38,7	39,4	34,6	26,5	19,1	5,1
M_Fontane_100+50N KAS	7,2	21,6	32,6	42,4	44,6	43,6	39,2	29,9	23,8	9,9
N_Fontane_100+50N UREAN	7,6	21,8	32,5	39,5	42,9	43,4	37,6	29,5	24,6	9,0
O_Fontane_100+100N KAS	7,3	20,2	31,1	41,6	46,9	46,0	39,6	32,8	25,7	11,9
P_Fontane_100+100N UREAN	8,2	22,7	31,2	37,6	40,3	40,6	37,6	31,0	23,5	9,8
Q_Fontane_150N	7,8	21,9	32,2	41,8	43,9	43,8	39,4	32,1	25,8	10,1
R_Fontane_150+50N KAS	7,1	21,1	33,8	46,9	48,6	46,6	40,9	33,3	28,6	13,3
S_Fontane_150+50N UREAN	6,9	22,0	33,6	43,6	46,2	47,6	42,1	32,8	28,0	13,5
T_Fontane_150+100N KAS	7,3	20,8	34,7	47,1	49,3	48,0	43,5	36,5	32,4	19,2
U_Fontane_150+100N UREAN	6,9	21,6	34,4	44,4	47,0	47,8	43,6	34,4	29,1	14,1
Z_Fontane_blanko	6,2	14,9	17,8	17,8	19,5	20,5	20,6	17,1	13,9	4,1

Gemiddelde N opname (kg ha-1) per behandeling en per datum voor experimenten "Vredepeel" in 2010.

<b>Behandeling</b>	<b>2-6-2010</b>	<b>9-6-2010</b>	<b>17-6-2010</b>	<b>24-6-2010</b>	<b>1-7-2010</b>	<b>8-7-2010</b>	<b>15-7-2010</b>	<b>5-8-2010</b>	<b>12-8-2010</b>	<b>31-8-2010</b>
A_Fontane_ON	15,9	35,3	42,4	41,2	42,7	43,3	47,0	39,2	32,6	12,2
B_Fontane_ON	15,6	34,4	42,5	44,1	44,4	45,4	45,9	40,2	32,4	10,0
C_Fontane_0+50N KAS	15,7	36,0	45,4	60,6	65,9	71,3	64,7	49,0	35,6	10,0
D_Fontane_0+50N UREAN	15,8	37,2	45,7	47,3	51,4	57,3	58,4	47,9	41,7	16,2
E_Fontane_0+100N KAS	15,2	34,9	44,7	60,6	74,6	88,2	71,5	55,7	46,1	19,2
F_Fontane_0+100N UREAN	15,9	36,0	44,1	48,0	51,4	54,0	64,8	50,9	39,2	14,0
G_Fontane_50N	16,1	44,0	60,9	68,1	70,4	70,1	67,6	46,2	34,8	9,4
H_Fontane_50+50N KAS	17,7	44,4	60,7	79,6	83,0	80,3	71,7	52,8	40,8	14,5
I_Fontane_50+50N UREAN	17,4	44,5	59,5	68,4	68,9	70,8	70,3	55,5	45,9	16,6
J_Fontane_50+100N KAS	16,1	45,7	62,6	89,4	110,7	106,3	85,0	63,6	51,4	19,8
K_Fontane_50+100N UREAN	17,5	45,9	61,7	72,3	74,8	78,2	69,7	55,9	41,8	11,1
L_Fontane_100N	16,8	46,1	65,6	78,5	85,9	86,0	74,4	57,4	42,0	12,6
M_Fontane_100+50N KAS	17,0	47,1	70,2	104,1	121,9	113,8	85,9	64,4	51,8	22,6
N_Fontane_100+50N UREAN	17,8	47,6	70,0	88,0	108,3	111,6	80,5	63,8	53,4	20,7
O_Fontane_100+100N KAS	17,2	44,2	67,1	97,1	140,6	133,1	94,7	70,6	55,8	26,8
P_Fontane_100+100N UREAN	19,1	49,4	67,3	81,0	93,3	94,5	81,2	66,9	51,2	22,4
Q_Fontane_150N	18,2	47,8	69,3	101,9	116,3	115,4	90,6	69,1	55,8	23,1
R_Fontane_150+50N KAS	16,8	46,0	72,7	140,0	153,8	137,7	99,4	71,6	61,8	29,8
S_Fontane_150+50N UREAN	16,3	47,9	72,3	113,9	135,0	145,8	102,9	70,7	60,6	30,2
T_Fontane_150+100N KAS	17,2	45,5	74,5	141,8	159,6	149,2	112,8	78,4	69,8	42,2
U_Fontane_150+100N UREAN	16,4	47,1	74,0	120,0	141,1	147,4	113,5	74,0	62,9	31,5
Z_Fontane_blanko	14,8	33,1	39,2	39,3	42,8	44,9	45,0	37,7	31,0	10,5

# Bijlage 2 Proefveldschema's 2010

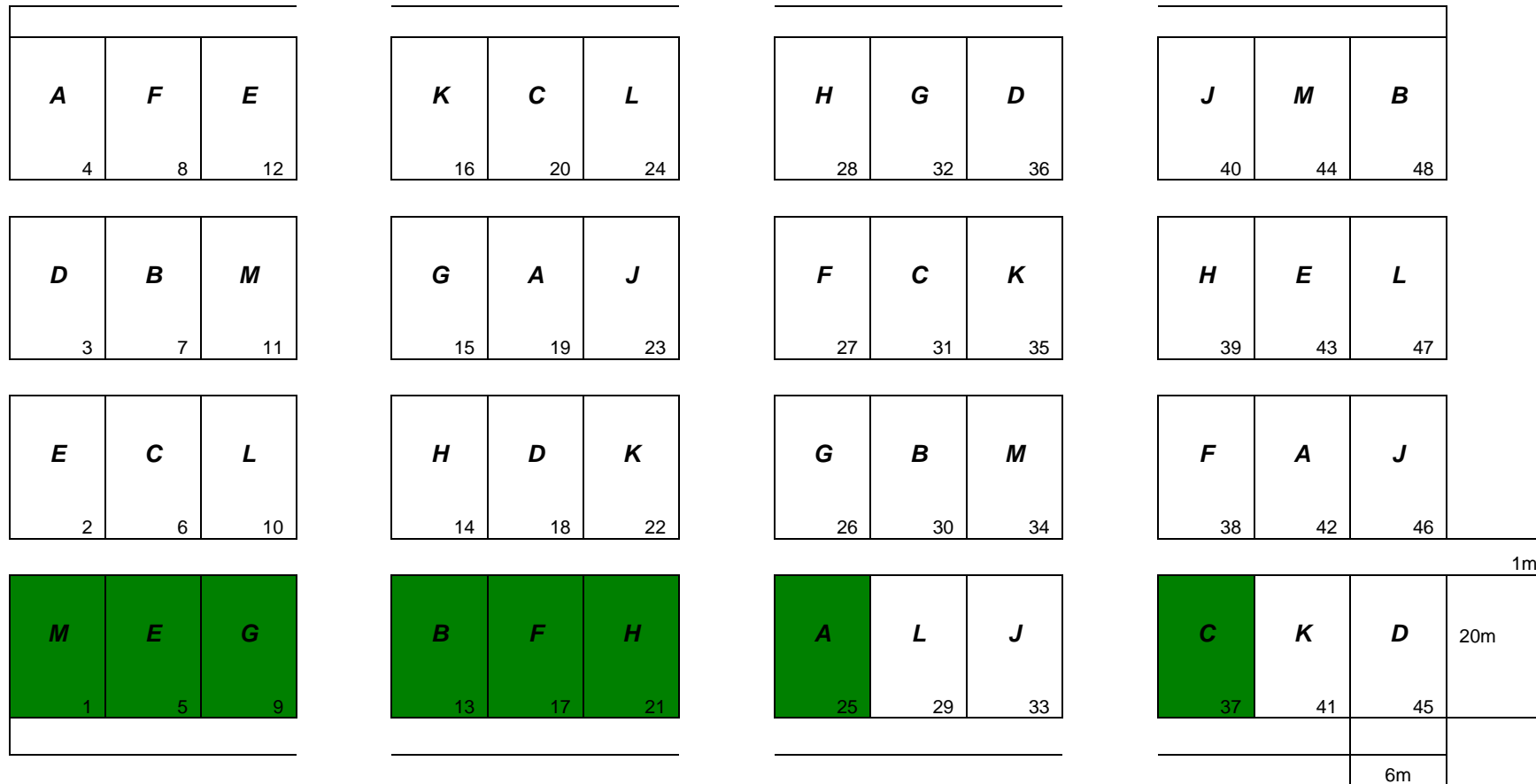
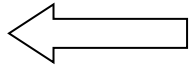
Stikstof bemestingsproef in aardappelpootgoed op proefboerderij Kollummerwaard in 2010

## 208 HZPC Stikstofproef

25	hz-00-1430	E	50	taurus	D	75	hz-00-1336	E	100	leonardo	E	125	monalisa	C	150	hz-00-1430	C
24	ronaldo	D	49	dione	D	74	crisps4all	E	99	annabelle	F	124	mondial	B	149	annabelle	C
23	leonardo	D	48	crisps4all	D	73	mondial	E	98	hz-00-1430	F	123	taurus	B	148	ronaldo	B
22	monalisa	E	47	hz-00-1336	D	72	taurus	E	97	ronaldo	E	122	hz-00-1336	B	147	dione	B
21	mondial	D	46	annabelle	E	71	dione	E	96	monalisa	F	121	leonardo	B	146	crisps4all	B
20	hz-00-1336	E	45	hz-00-1430	F	70	leonardo	A	95	hz-00-1336	A	120	monalisa	A	145	hz-00-1430	A
19	leonardo	E	44	mondial	E	69	mondial	A	94	ronaldo	A	119	mondial	A	144	crisps4all	A
18	dione	E	43	annabelle	F	68	hz-00-1430	A	93	annabelle	A	118	annabelle	A	143	leonardo	A
17	crisps4all	E	42	taurus	E	67	taurus	A	92	crisps4all	A	117	hz-00-1336	A	142	ronaldo	A
16	monalisa	F	41	ronaldo	E	66	monalisa	A	91	dione	A	116	dione	A	141	taurus	A
15	taurus	C	40	monalisa	D	65	mondial	D	90	monalisa	E	115	hz-00-1430	E	140	leonardo	C
14	ronaldo	C	39	leonardo	C	64	hz-00-1336	D	89	annabelle	E	114	mondial	E	139	dione	C
13	hz-00-1430	D	38	annabelle	D	63	ronaldo	D	88	crisps4all	D	113	hz-00-1336	D	138	annabelle	D
12	crisps4all	C	37	dione	C	62	taurus	D	87	hz-00-1430	E	112	taurus	E	137	monalisa	D
11	mondial	C	36	hz-00-1336	C	61	leonardo	D	86	dione	D	111	ronaldo	D	136	crisps4all	C
10	taurus	A	35	dione	A	60	dione	C	85	mondial	C	110	taurus	C	135	hz-00-1430	F
9	crisps4all	A	34	hz-00-1430	A	59	monalisa	D	84	hz-00-1336	C	109	annabelle	C	134	crisps4all	E
8	ronaldo	A	33	leonardo	A	58	ronaldo	C	83	taurus	C	108	mondial	C	133	monalisa	F
7	hz-00-1336	A	32	mondial	A	57	leonardo	C	82	annabelle	D	107	hz-00-1336	D	132	ronaldo	E
6	annabelle	A	31	monalisa	A	56	crisps4all	C	81	hz-00-1430	D	106	leonardo	D	131	dione	E
5	hz-00-1430	C	30	annabelle	C	55	taurus	B	80	monalisa	C	105	crisps4all	C	130	hz-00-1430	E
4	dione	B	29	crisps4all	B	54	mondial	B	79	crisps4all	B	104	annabelle	B	129	taurus	D
3	hz-00-1336	B	28	taurus	B	53	dione	B	78	leonardo	B	103	leonardo	B	128	mondial	D
2	monalisa	C	27	mondial	B	52	ronaldo	B	77	hz-00-1430	C	102	dione	C	127	hz-00-1336	D
1	ronaldo	B	26	leonardo	B	51	hz-00-1336	B	76	annabelle	C	101	ronaldo	C	126	monalisa	E

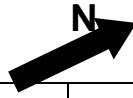
3m

18 meter



Door ALTIC te bemonsteren herhaling

Proefveldschema Rusthoeve 2010



4 A	8 H	12 G	16 D	20 F	24 B
3 B	7 D	11 A	15 E	19 G	23 C
2 F	6 C	10 H	14 B	18 D	22 A
1 E	5 G	9 C	13 F	17 E	21 H

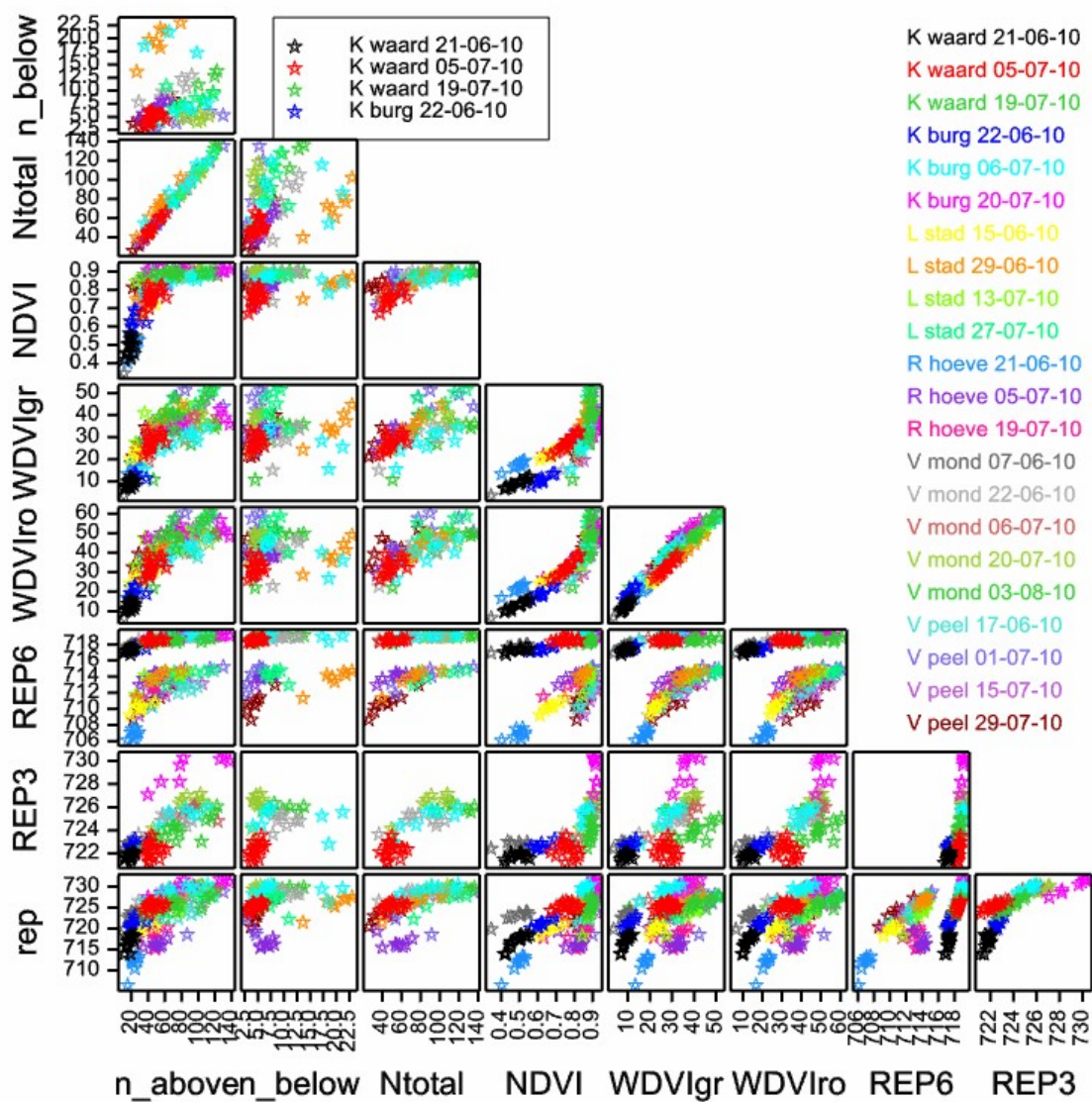
^ 15m  
 v  
 < 6m >

Object	N-bemesting (kg N/ha)		N-bemesting (kg N/ha) totaal
	1 <sup>e</sup> gift Na poten	2 <sup>e</sup> gift Bij knolzetting	
A	0	0	0
B	100	0	100
C	100	150	250
D	100	Advies CropScan	100 + ?
E	150	0	150
F	150	100	250
G	150	Advies CropScan	150 + ?
H	250	0	250



# Bijlage 3 Statistische verwerking

Verbanden van Vegetatieindexen met elkaar en met Stikstof in het gewas per datum en locatie



## Bovengronds N opname en WDVl groen binnen iedere locatie per datum en object.

### K waard

		Bovengrondse N opname		
		21-06-10	05-07-10	19-07-10
_ras	_Nobject			
Annabelle	0	16.38	41.22	34.81
	50	*	*	*
	75	19.02	53.65	60.31
	100	19.29	40.93	73.47
	125	20.01	39.72	*
Monalisa	150	17.15	56.66	*
	0	13.17	34.28	47.25
	50	*	*	*
	75	20.33	40.80	62.84
	100	11.58	42.56	77.59
Mondial	125	16.76	61.32	69.07
	150	18.85	45.34	76.09
	0	14.05	39.73	52.66
	50	24.34	44.20	71.70
	75	23.30	54.78	103.87
	100	20.80	41.11	109.18
	125	15.79	44.44	114.86
	150	*	*	*

### WDVI groen

		21-06-10	05-07-10	19-07-10
_ras	_Nobject			
Annabelle	0	10.16	26.19	28.58
	50	*	*	*
	75	10.73	31.54	38.14
	100	12.13	29.59	32.97
	125	9.26	32.52	*
Monalisa	150	9.94	31.89	*
	0	7.42	21.84	31.31
	50	*	*	*
	75	10.76	23.26	42.03
	100	6.61	25.12	39.40
Mondial	125	9.56	27.34	40.81
	150	7.00	27.20	39.83
	0	7.82	24.55	39.01
	50	10.03	25.90	47.78
	75	8.15	29.97	45.53
	100	9.94	28.17	47.56
	125	8.25	28.31	51.17
	150	*	*	*

### K burg

		Bovengrondse N opname		
		22-06-10	06-07-10	20-07-10
_ras	_Nobject			
	0	21.83	35.86	39.73
	50	18.90	54.63	55.53
	100	20.65	69.63	77.63
	150	20.78	98.35	137.58
	150+Advies AM	24.04	65.18	78.36
	200	37.79	111.46	82.47
	250	17.85	92.38	131.42
200+50 KAS	24.89	85.25	126.18	

### WDVI groen

		22-06-10	06-07-10	20-07-10
_ras	_Nobject			
	0	9.86	15.49	30.27
	50	10.42	23.91	33.53
	100	10.37	27.37	38.20
	150	9.23	28.24	35.85
	150+Advies AM	13.59	25.55	35.15
	200	11.21	34.48	36.15
	250	7.82	32.08	38.80
200+50 KAS	13.17	31.30	42.57	



## L stad

### Bovengrondse N opname

_Datum	15-06-10	29-06-10	13-07-10	27-07-10
_Nobject				
0	18.43	26.21	25.37	61.66
75	*	41.14	46.81	78.87
150	30.13	54.81	60.56	71.26
150+Advies AM	31.18	49.93	76.99	70.12
200	25.24	54.64	35.77	97.01
250	48.13	79.02	86.40	107.37
200+50 KAS	33.22	60.23	77.83	118.35

### WDVI groen

_Datum	15-06-10	29-06-10	13-07-10	27-07-10
_Nobject				
0	19.96	24.40	27.37	33.07
75	*	33.61	36.76	41.11
150	21.51	37.25	41.33	40.17
150+Advies AM	21.37	32.04	36.03	47.80
200	22.84	34.69	40.96	45.15
250	25.95	44.61	44.59	50.22
200+50 KAS	23.41	40.34	40.95	51.43

## R hoeve

### Bovengrondse N opname

_Datum	21-06-10	05-07-10	19-07-10
_Nobject			
0	15.57	30.08	27.71
100	20.97	34.52	49.45
150	19.76	54.12	48.33
250	24.57	51.07	47.14
150+100	28.36	56.55	63.25
100+150	26.58	49.46	45.01
100+Cropscaadvies	23.99	47.49	47.04
150+Cropscaadvies	21.23	63.05	47.48

### WDVI groen

_Datum	21-06-10	05-07-10	19-07-10
_Nobject			
0	13.31	23.86	21.84
100	17.29	27.72	32.65
150	18.14	32.76	30.44
250	18.76	32.08	28.00
150+100	19.25	33.30	37.35
100+150	19.14	31.93	33.66
100+Cropscaadvies	16.27	34.92	33.15
150+Cropscaadvies	17.18	32.73	35.63

## V mond

### Bovengrondse N opname

_Datum	07-06-10	22-06-10	06-07-10	20-07-10	03-08-10
_Nobject					
0	10.94	28.61	40.65	45.68	46.16
125	21.77	85.76	81.22	98.42	83.84
175	24.19	80.23	91.12	103.90	91.22
225	19.84	63.15	93.84	86.26	117.81
175+50	15.81	67.98	123.25	102.42	122.36
125+100	26.20	92.24	95.85	112.98	119.57
125+Cropscaadvies	17.95	57.28	66.08	80.44	100.25
175+Cropscaadvies	19.74	55.83	72.64	77.95	105.22

### WDVI groen

_Datum	07-06-10	22-06-10	06-07-10	20-07-10	03-08-10
_Nobject					
0	3.48	15.03	19.24	24.08	10.67
125	8.57	28.86	34.98	35.70	28.32
175	12.03	34.92	36.72	39.96	26.82
225	11.41	34.50	41.70	39.41	36.04
175+50	8.10	32.88	39.01	40.93	35.90
125+100	10.62	33.71	39.50	35.20	34.28
125+Cropscaadvies	9.67	31.51	34.09	40.79	35.26
175+Cropscaadvies	7.14	27.95	32.87	37.73	37.35

## V peel

### Bovengrondse N opname

_Datum	17-06-10	01-07-10	15-07-10	29-07-10
_Nobject				
0	34.13	50.93	29.03	22.10
50	91.90	46.28	35.24	28.74
100	84.54	86.72	60.69	41.62
150	79.52	84.25	76.27	54.20
0+100 KAS	45.23	48.58	43.68	28.38
50+100 KAS	75.97	73.53	70.93	36.65
100+100 KAS	99.33	113.97	104.54	45.84
150+100 KAS	81.09	129.91	88.86	69.56

### wDVI groen

_Datum	17-06-10	01-07-10	15-07-10	29-07-10
_Nobject				
0	22.86	28.83	19.59	21.19
50	32.78	34.07	27.32	26.84
100	34.90	42.26	35.26	30.33
150	36.84	51.28	38.46	30.23
0+100 KAS	25.17	34.40	35.69	22.15
50+100 KAS	33.20	48.09	40.60	34.39
100+100 KAS	31.18	49.35	43.70	26.41
150+100 KAS	37.30	43.83	40.95	39.86

## Bijlage 4 Database voor proefgegevens

Er is een database ontwikkeld voor de proefgegevens. Hierin zijn opgenomen zowel de gegevens van de historische proeven die in dit rapport zijn genoemd, als de dit jaar verzamelde gegevens. Deze database zal in 2011 ook gebruikt worden om de nieuwe proefgegevens op te slaan. Er is gebruik gemaakt van de database software PostgreSQL ( <http://www.postgresql.org/> ). Opslag van geografische data wordt vergemakkelijkt door gebruik te maken van de PostGIS add-on voor de database (<http://www.postgis.org/>).



# Bijlage 5 Ontwikkelverzoek 017

Ontwikkelverzoek: Adviesregels (17)  
Aanvrager: Agrifirm, Agritip, CZAV,  
Spinof/Het Hogeland/De Wadden  
Aanspreekpunt: Mijno van Dijk  
Indiendatum: 18 feb 2010



Dit document dient voor

1. het verzoek tot beschikbaar stellen van sturbudget BO door initiatiefnemers
2. besluitvorming door stuurgroep(lid) en
3. gunning van middelen uit LNV budget PPL

## 1. Ontwikkeling waaruit het ontwikkelverzoek voortkomt

Er zijn diverse bedrijven op de markt die sensoren aanbieden om gewasgroei te monitoren (Crop circle, Yara N-sensor, Greenseeker, Fritzmeier) of die informatie over gewasgroei vanuit satellieten aanbieden via het internet (Basfood, Croplook, LORIS, Terrasphere, Rapid Eye). Er is vanuit de primaire sector een toenemende belangstelling voor deze informatie. Telers willen hiermee hun strategische- en operationele bedrijfsprocessen verbeteren. In die laatste categorie is één van de belangrijke elementen het plaatsspecifiek afstemmen van de N-gift op de behoefte van het gewas om zo de voor het bedrijf beschikbare N zo efficiënt mogelijk in te zetten. De noodzaak tot efficiënte stikstofbenutting zal zeer acuut worden wanneer de overheid de aangekondigde voornemens (5<sup>e</sup> Actie Programma Meststoffenwet) doorzet, en toegelaten stikstofinputs verder gaat verlagen.

Er is een aantal bedrijven actief op de markt met het aanbieden van sensoren die informatie over de N-inhoud van het gewas kunnen verstrekken. Deze bedrijven bieden echter geen bemestingsadviezen aan. Dit project voorziet er in een adviesregel te ontwikkelen en beschikbaar te stellen aan de PPL initiatiefnemers waarmee aardappelen plaatsspecifiek bemest kunnen worden op basis van de door de sensoren gemeten gewassatus. Een ijklijn vertaalt het gemeten (plaats specifieke) reflectiesignaal naar een (plaats specifieke) N-inhoud, dit is de basis voor een adviesregel die de hoeveelheid stikstof plaats specifiek en op maat afstemt op de gewasbehoefte. Het is gebleken dat adviesregels die in Duitsland (Yara sensor) of Amerika (Greenseeker) ontwikkeld zijn, onvoldoende geschikt zijn voor de Nederlandse markt en sowieso voor aardappelen nog niet beschikbaar worden gesteld. De Nederlandse teelt is dermate specifiek dat er behoefte is aan een onder Nederlandse omstandigheden ontwikkelde set adviesregels. We moeten daarbij het onderscheid maken tussen consumptieaardappelen (vers en proces), pootaardappelen en zetmeelaardappelen én rekening houden met regionale verschillen; Noordelijke klei, Centrale- en Zuidwestelijke klei, de Veenkoloniën en het Zuidoostelijk zandgebied.

De reden dat er nog geen ijklijnen en adviesregels beschikbaar zijn voor de Nederlandse teelt van aardappelen ligt in het feit dat de ontwikkelkosten hoog zijn. De omzet van sensoren en plaats-specifieke adviezen is nu nog laag en bedrijven hebben daardoor vaak onvoldoende budget om op eigen initiatief ijklijnen en adviesregels te ontwikkelen. In het recente verleden is het ontwikkelen ervan al meermalen op kleine schaal geprobeerd maar het blijkt dat er nog betrouwbaar onderzoek nodig is om hier stappen in te kunnen zetten. Dit "kip en ei" probleem kan doorbroken worden door binnen PPL de krachten te bundelen en gezamenlijk de ontwikkeling hiervan op te pakken. Het is in het belang van de hele sector dat er betrouwbare ijklijnen en adviesregels voor de Nederlandse markt ontwikkeld worden. Alleen dan kan precisie-bemesting voor elke boer een nuttig gereedschap zijn.

Recent onderzoek (b.v. Perceel Centraal) heeft uitgewezen dat sensordata in combinatie met kennis van het perceel (m.n. bodem organische stof) een goede basis vormt om een betrouwbaar bemestingsadvies te geven. Ook eerder onderzoek, uitgevoerd door PPO en PRI bewijst dat die manier van werken van toegevoegde waarde kan zijn voor agrarisch ondernemers. Uit onderzoek wat is uitgevoerd door ALTIC, Agrifirm en Wiski blijkt dat sensorgegevens van de Yara N-sensor en van satellieten relateerbaar zijn aan gewasanalyses (laboratorium) in de drogestof van het blad. Een aantal duidelijke signalen die de potentie van deze adviesregels onderstrepen. Door de kennis en informatie die er aanwezig is rondom dit thema te bundelen, kunnen snel en efficiënt de laatste stappen gezet worden.

De huidige N-bijbemestingsadviezen in aardappelen zijn op veel boerenbedrijven in het gunstigste geval gebaseerd op nitraat in het plantsap van de bladstelen. Nitraat in het plantsap zegt iets over actuele opname en reserves die de aardappelplant op een specifiek moment nog heeft. Bij afname van de reserves kan met de nitraatanalyse tijdig

worden gesignaleerd dat een N-tekort te verwachten is. Veelal echter wordt er gewerkt met algemene adviesregels in combinatie met ervaringen uit de praktijk. Een methode die werkt met moderne technologieën moet het mogelijk maken om hier nog een flinke efficiëntieslag te realiseren.

Veel initiatiefnemers die een werkplan hebben ingediend binnen PPL, hebben behoefte aan betrouwbare adviesregels zo is gebleken uit die werkplannen. Dit project dient als bron van informatie voor die verschillende initiatiefnemers. De kennis vanuit dit project wordt door initiatiefnemers gebruikt om praktijkproeven uit maatwerk te verifiëren en onderling vergelijkbaar te maken zodat zij sneller ontwikkelingen en initiatieven rondom dit thema kunnen ontplooiën. Allen kunnen zij gebruik maken van wetenschappelijk verantwoorde informatie uit dit project en afstemming/steun bij opzet van de analyses in hun project wat zal zorgen voor een degelijke en robuuste vertaling naar de praktijk.

## 2. Doel/resultaat:

Doelstelling is:

6. het ontwikkelen van ijklijnen om de N-inhoud van het gewas aan de hand van reflectiemetingen te kunnen bepalen
7. het ontwikkelen van adviesregels om de bijmestgift vast te stellen aan de hand van de gemeten N-inhoud van het gewas, met inachtnaam van informatie zoals, ras (Seresta, Fontane, Agria en twee HZPC rassen in pootaardappelen), teeltdoel (consumptieaardappelen (vers en proces), pootaardappelen, zetmeelaardappelen) tijdstip van bijmesten, en bodemeigenschappen (Noordelijke klei, Centrale klei, Zuid oostelijk zand en de veenkoloniaal).
8. De ontwikkelde ijklijnen en adviesregels worden beschikbaar gesteld aan de initiatiefnemers.

### 2.1 Opgeleverd wordt

- Ijklijnen om vroegtijdig eventuele tekorten te signaleren waardoor ondernemers in staat worden gesteld om hier proactief op te reageren.
- Adviesregels voor N-bijbemesting in aardappelen (consumptie- (vers en proces), poot- en zetmeelaardappelen) die het mogelijk maken om sensordata (remote- of near sensing) te vertalen naar een plaatsspecifiek (bij)bemestingsadvies op de plekken binnen het perceel waar dat nodig is
- De opgedane kennis wordt beschikbaar gesteld aan alle partijen die zich met het onderwerp (bij)bemesten bezig houden. Dit advies is in de vorm van rapportage maar er is vooraf afstemming over de wijze waarop dit bedrijfsoverstijgende project van maximale toegevoegde waarde kan zijn voor de maatwerkprojecten.
- Advies ten aanzien van de verhoudingen startgift – bijbemesting en het geschikte bijmestmoment.

### 2.2 Aanpak

Op basis van beschikbare informatie en kennis vanuit eerder uitgevoerde projecten rondom dit thema wordt een analyse uitgevoerd. Vanuit deze analyse wordt een concept adviesregel opgesteld. Onderstaand een opsomming van de bronnen waaruit geput wordt.

- Meerjarige proeven vanuit PRI welke hebben geleid tot de concept adviesregel voor Bintje
- Resultaten vanuit uitgevoerde tests in zetmeelaardappelen
- Meerjarige proeven vanuit PerceelCentraal
- Resultaten vanuit aardappelproeven uit 2009 op Vredepeel en Rusthoeve
- Diverse rapporten ten aanzien van bemesting in aardappelen, waarbij de hoogte van de basisgift, het bemestingsmoment en de bemestingshoeveelheid centraal hebben gestaan.
- Kennis, ervaringen en relevante data vanuit de initiatiefnemers die het project ondersteunen. Bij aanvang van het project wordt geïnventariseerd welke data van toegevoegde waarde is. Na afloop van het teeltseizoen wordt de kennis en ervaring uitgewisseld en wordt de relevante data in een vooraf afgesproken format aangeleverd.
- Er wordt in de proeven gewerkt met aardappelmonitoring, een systeem wat zich in de praktijk bewezen heeft. De adviezen vanuit dit systeem ten aanzien van bemestingshoeveelheid en -moment worden gebruikt om de adviesregel te monitoren.

Uit een inventarisatie van de beschikbare informatie en de benodigde informatie om de doelen waar te kunnen maken is naar voren gekomen dat er één jaar proeven moeten worden aangelegd en gevolgd om betrouwbare ijklijnen en adviesregels te kunnen ontwikkelen. Daarbij is het ten eerste van belang dat er onderzocht wordt of andere rassen eenzelfde relatie vertonen tussen de met sensoren gemeten reflectie en de N-inhoud van de plant.

Een tweede gebied wat verder onderzocht dient te worden is het vertalen van deze ijklijn in teelt- en locatiegebonden adviesregels.

Voor een laatste proefjaar ten behoeve van het acquireren van de ontbrekende data staan aan de basis een 5-tal bemestingsproeven op diverse locaties in Nederland te weten;

- Valthermond, uitgevoerd door PPO/PRI
- Kooyenburg, in opdracht van PA uitgevoerd door ALTIC
- Kollumerwaard, uitgevoerd door HZPC
- Lelystad (dhr. Eissens), in opdracht van PA uitgevoerd door ALTIC
- Vredepeel, uitgevoerd door PPO/PRI

Voor alle proeven geldt dat de kosten van voorbereiden aanleg, bemesting, beoordeling en opbrengstbepaling worden betaald vanuit de oorspronkelijke projecten. De projecten hebben voor HZPC en ALTIC andere doelen en de analyse zal in die proeven separaat opgepakt worden. Voor de proeven van PPO/PRI geldt dat ook in de analyse matching is. De sensorwaarnemingen en de aanvullende destructieve gewasanalyses worden betaald uit dit PPL initiatief evenals de analyse van die resultaten.

Twee van de proeven worden in opdracht van het PA door ALTIC uitgevoerd.

- Locatie Kooyenburg, Seresta
- Locatie Flevoland (dhr. Eissens), Agria

#### Proefopzet blokkenproeven in 4 herhalingen

Code	Basisbemesting		Overbemesting	
	Kg N/ha		Kg N/ha	
	N-gift	Meststof	N-gift	Meststof
A	0	KAS		
B	150	KAS		
C	200	KAS		
D	250	KAS		
E	200	KAS	50	KAS
F	150	Urean		
G	150	NTS		
H	150	Ureum		
J	150	KAS	advies	KAS

Object J is aangelegd om te testen op welk niveau de metingen en de eindopbrengst uitkomen na toediening van de bijbemesting volgens de geldende adviesregel.

Daarnaast zal een proef in poot aardappelen aangelegd worden op Kollumerwaard in opdracht van HZPC. In de proef worden meerdere rassen gevolgd onder verschillende bemestingsregimes.

Opzet en schema volgt

Op Valthermond wordt een semipraktijkproef aangelegd (blokken van 24\*30 meter) met de onderstaande bemestingsregimes voor het ras Seresta. De objecten worden gemeten met de Yara N-sensor én met de Cropscan. De proef is geschikt om ook met andere sensoren te meten evenals met satellieten. Daarnaast wordt van ieder object een grondmonster genomen en wordt de indringingsweerstand bepaald.

#### Proefopzet blokkenproeven in 4 herhalingen

Code	N-gift	Meststof	Overbemesting	Meststof
N0	0 kg	-	-	-
N1	160 kg	KAS	-	-
N2	160 + 50 kg	KAS	50	KAS
N3	160 + 100 kg	KAS	100	KAS
N4	160 + Cropscan advies	KAS	Advies	KAS
N5	210 N-gift obv N-mineraal	KAS	-	-

Op locatie Vredepeel wordt een blokkenproef aangelegd met verschillende bemestingsregimes in het ras Fontane. Ten aanzien van de bemesting is uitgebreid aandacht voor korrelmeststoffen en bladmeststoffen.

#### Proefopzet blokkenproeven in 4 herhalingen

object	Basisgift KAS Kg N/ha	1 bijmestgift KAS Kg N/ha Bij Begin knolzetting	Bijbemesting urean Kg N/ha Wegens beperkte max gift spreiden over geschikte periode	Totaal Kg N/ha
<b>A</b>	<b>0</b>			<b>0</b>
<b>B</b>	<b>0</b>			<b>0</b>
C	0	50		50
D	0		50	50
E	0	100		100
F	0		100	100
G	<b>50</b>			<b>50</b>
H	50	50		100
I	50		50	100
J	50	100		150
K	50		100	150
L	<b>100</b>			<b>100</b>
M	100	50		150
N	100		50	150
O	100	100		200
P	100		100	200
Q	<b>150</b>			<b>150</b>
R	150	50		200
S	150		50	200
T	150	100		250
U	150		100	250

Alle proeven zullen frequent gemeten worden met de Cropsan, daarnaast worden destructieve gewasanalyses uitgevoerd (Ds bepaling en plantsap analyse) om de link naar N-inhoud in de plant te kunnen leggen. De Cropsan meet op alle relevante banden waarmee diverse indexen kunnen worden berekend zoals bijvoorbeeld NDVI, WDVI, LAI en REP. De Cropsan is daarbij een neutrale sensor die in veel onderzoek als basis heeft gediend zonder commerciële bedoelingen richting de primaire sector of de periferie. Daarmee is de Cropsan bij uitstek geschikt om als verbindende sensor te fungeren tussen enerzijds de proeven en de diverse commerciële sensoren en anderzijds tussen de proeven en de diverse maatwerkinitiatieven. Naast de Cropsan metingen en de destructieve gewasanalyses zullen de proefveldlocaties met GPS in kaart worden gebracht zodat de positie binnen het perceel bekend is, ook zal van de proeflocaties een grondmonster (OS, afslipbaarheid, mineralen) genomen worden en wordt met behulp van een penetrologer de indringingsweerstand van de bodem gemeten. Daarnaast wordt de situatie rondom bodemvocht gemeten.

#### *Aanpak datavergelijking en beschikbaarheid verzamelde data*

Uit de analyse van de bestaande data en kennis in combinatie met de data die in de blokkenproeven is verzameld worden adviesregels ontwikkeld die de basis vormen voor hun toepassing op het gebied van N-bijbemesting. De ontwikkelde adviesregels worden beschikbaar gesteld aan de geïnteresseerde partijen, uiteraard begeleid met een duidelijke documentatie ten aanzien van achtergronden en het gebruik. De bedrijven implementeren vervolgens deze adviesregels in hun software en bedrijfsvoering.

Omdat ieder dat op zijn eigen wijze doet, ontstaan er verschillende producten waarmee zij zich in de markt kunnen onderscheiden en ontstaat er op dit punt een open en concurrerende markt. Met de bedrijven wordt afgesproken hoe de adviesregels onderhouden worden (nieuwe rassen, teeltdoelen, etc.)



### 3. Bijdrage aan de doelen van PPL

Het project draagt bij aan het realiseren van concrete toepassingsmogelijkheden voor agrarisch ondernemers die gebruik (willen) maken van sensor systemen. Daarbij gaat het zowel om Remote Sensing als ook om Near Sensing. Het project levert betrouwbare informatie op ten aanzien van adviesregels, deze informatie kan door de verschillende (commerciële) partijen gebruikt worden om naar eigen inzicht hun applicaties te ontwikkelen. Zo blijft er sprake van marktwerking maar is er de garantie dat de onderliggende adviesregels betrouwbaar en robuust zijn. Vanuit de verschillende initiatieven is duidelijk naar voren gekomen dat het enerzijds belangrijk is om de beschikking te krijgen over adviesregels, anderzijds zijn er veel vragen ten aanzien van de betrouwbaarheid van de beschikbaar gestelde informatie en de mate waarin deze informatie ondernemers kan helpen bij het uitvoeren van plaats specifieke maatregelen. Op dat vlak wordt duidelijkheid geschept in het project van J. van den Borne, waar alle beschikbare sensoren met elkaar worden vergeleken. De projecten zullen voor aanvang afstemmen hoe de borging ingevuld wordt zodat de adviesregels geschikt kunnen worden gemaakt voor de betreffende commerciële sensoren.

### 4. Rapportage aan derden

De bevindingen uit deze opdracht zijn openbaar.

#### Contactmomenten rond Adviesregels.

Deze bijeenkomsten worden door programmaleiding PPL uitgeschreven, en waar mogelijk gecombineerd met andere PPL activiteiten.

Inhoudelijke inbreng verzorgt de Projectleider van 017 Adviesregels.

#### 1. Vaststellen inzet door initiatiefnemer en op te leveren resultaten uit onderzoek

- In kaart brengen kennis, op elkaar afstemmen werkwijze
- Smart omschrijven van te analyseren data en output uit de analyse

Doelgroep: initiatiefnemers PPL die onderzoek doen in maatwerk of voor eigen rekening

Per doelgroep is de kernvraag voor afstemming:

- WISKI (**mei 2010**): welke data worden ingezet door Wiski en Altic. Hoe uitgewisseld?
- v.d. Borne (via Lammert Kooistra, WU Omgevingswetenschappen) (**april 2010**): draaiboek van inzet sensoren en analyse data
- Spinof / De Wadden / Het Hogeland en Mijno van Dijk (**April 2010**): aanleveren van data door Spinof+ en opleveren van resultaten door PPO.
- ZLTO (**mei 2010**): idem als Spinof+

#### 2. Uitwisselen van informatie met de initiatiefnemers incl veldbezoek (fase2)

Doelgroep: de groep initiatiefnemers PPL die het project ondersteunt (BO, inzet data)

Tijdstip: **juli 2010**,

- Toelichting projectopzet BO project
- Link met maatwerkprojecten
- Bespreken mogelijkheden tot enrollment naar initiatiefnemers

#### 3. Opleveren van de resultaten \*)

Doelgroep: initiatiefnemers PPL

Tijdstip: februari/maart 2011.

\*) tussentijds worden de resultaten besproken binnen het stuurteam.

### 5. Oplevering

#### 5.1 Kwaliteitseisen

De metingen worden uitgevoerd in gewarde blokkenproeven, welke in 4 herhalingen worden aangelegd. Dit biedt de mogelijkheid om de resultaten statistisch door te rekenen en er wetenschappelijk verantwoorde conclusies aan te verbinden. Door op meerdere locaties vergelijkbare proeven aan te leggen, waarin op identieke wijze gewasmetingen worden uitgevoerd, kan beoordeeld worden hoe de N-lijnen zich in verschillende karakteristieke teeltgebieden in Nederland ontwikkelen.

De gewasanalyses worden uitgevoerd door een geaccrediteerd laboratorium, waarmee een continue kwaliteit van de op te leveren analyseresultaten gegarandeerd is.

De sensormetingen worden uitgevoerd met de Cropscan. Hierover en op basis hiervan zijn reeds menig publicaties verschenen. De mogelijkheden en de kwaliteitsaspecten van deze sensor zijn bewezen en algemeen geaccepteerd. Het bijkomend voordeel van de Cropscan is dat gemeten kan worden op 8 of 16 nader te bepalen spectrale banden. Veel verschillende bandbreedtes binnen het lichtspectrum kunnen afzonderlijk uitgefilterd worden. Hierdoor is de uit de Cropscan afkomstige sensordata uitstekend afstembaar op meetdata van overige (praktijk)sensoren.

Aan de kwaliteitseisen is voldaan als een bruikbare en in programma's inpasbare adviesregel wordt opgeleverd voor tafel-, proces-, poot- en zetmeelaardappel en voor regio's rondom: Valthermond, Kooijenburg, Kollumerwaard, Lelystad en Vredepeel

concreet format van de elektronische adviesregel/module/formules is op dit moment onbekend. Dit is mede afhankelijk van de wijze waarop standaardisatie binnen PPL opgepakt gaat worden. Voorop staat dat de adviesregels in deze toekomstige systemen ingebouwd moeten kunnen worden.

## 5.2 Kwaliteitsmeting

De kwaliteit van het uit te voeren is in bovenstaand projectplan geborgd. Er is breed draagvlak voor het ontwikkelen van ijklijnen en N-adviesregels onder een brede groep initiatiefnemers.

Het project is opgezet in lijn met en borduurt verder op eerder uitgevoerd wetenschappelijk onderzoek. Data die in het verleden is verzameld, wordt gekoppeld aan de in dit project verzamelde data. De werkwijze is getoetst en zorgvuldig gecommuniceerd met expertisehouders binnen WUR. Vanuit ALTIC en de inbreng van de initiatiefnemers is de aansluiting met de praktijk geborgd.

Gewerkt wordt met standaard werkplan waarin strakke schema's worden opgesteld, zodat gegarandeerd wordt dat de beoogde metingen conform de afspraken worden uitgevoerd.

Naast een kwaliteitsborging van het project zelf is de uitkomst van het project een kwaliteitsborging voor vele initiatieven die rondom het thema adviesregels worden opgestart.

Aan de kwaliteitseisen is voldaan als het project-stuurteam:

- namens indieners: Niels Maris
- namens maatwerk, wetenschappelijk: Peter van Erp
- kenniscoördinator: Daan Goense ASG.

de werkwijze, analyse en resultaten hebben geverifieerd en het aannemelijk vinden dat de ijklijnen kloppen. Hiertoefinden de volgende bijeenkomsten plaats

		op	Accoord op	(Bij)sturen op
1	vaststellen analyse-protocol, beoordelen eerste run analyse, met name van historische data (voor metingen in fase 1)	<b>juni 2010</b>	Metingen gewas 1 <sup>e</sup> run analyses (historische data)	Metingen gewas en oogst
2	beoordelen voortgangsrapporten in uitvoering, evt bijstellen oogstmetingen (combineren met veldbezoek, fase 2)	<b>juli 2010</b>	Voortgang uitvoering proeven Communicatie in veldbezoek	Metingen oogst Analyse alle proeven
3	beoordelen analyse, concept rapport (fase 4)	<b>dec 2010</b>	analyses	rapportage
4	opleveren rapport (fase 6)	<b>feb 2011</b>	rapport	

Indien het project-stuurteam en de uitvoerder van mening verschillen over uitgevoerde en nog uit te voeren projectonderdelen, leggen zij dit aan de programmaleiding PPL voor. Uiteindelijk beslist de stuurgroep over alle plannen en resultaten.

## 6. Activiteiten, fasering en uiterste oplevering

Activiteit	Kosten (€) incl. BTW
a. Verzamelen bundelen en analyseren reeds aanwezige historische data en kennis bij PPO/PRI en initiatiefnemers. In paragraaf 2.2. is een opsomming gemaakt van de informatie die daarin meegenomen wordt.	46.600
b. Kleine aanpassing blokkenproeven om sensorwaarnemingen en destructieve gewasanalyses mogelijk te maken (voor 3 locaties)	5.950
c. Data acquisitie; 5 momenten destructieve gewasanalyses + verwerking (5 loc.)	74.160
d. Data acquisitie; waarnemingen Cropscaan en berekenen indexen	23.800
e. Analyse data 2010	11.900
f. Ontwikkelen adviesregels + rapportage	11.900
g. Communicatie	9.790
h. Projectmanagement	11.900
TOTAAL (incl. BTW)	196.000

Dit zijn de kosten van de aanvullende metingen die op de bestaande proeven worden uitgevoerd. Voor alle proeven geldt dat de kosten van voorbereiden aanleg, bemesting, beoordeling en opbrengstbepaling worden betaald vanuit de oorspronkelijke projecten. De projecten hebben voor HZPC en ALTIC andere doelen en de analyse zal in die proeven separaat opgepakt worden, de informatie vanuit de proeven wordt echter beschikbaar gesteld aan dit bedrijfsoverstijgend project. Voor de proeven van PPO/PRI geldt dat de analysekosten van die proeven tevens uit het betreffende project betaald wordt.

De sensorwaarnemingen en de aanvullende destructieve gewasanalyses worden betaald uit dit PPL initiatief evenals de analyse van die resultaten.

In het voorstel is meer aandacht voor afstemming met maatwerkprojecten om zo een implementatie in de praktijk beter te borgen. De uitvoerders vinden dit een belangrijk punt en het meerwerk wat dit oplevert vanuit het bedrijfsoverstijgend project zal binnen de oorspronkelijke begroting worden uitgevoerd.

### Fasenummer, fasering en uiterste opleverdatum

1. Uitvoering metingen en gewasanalyses	juni-augustus 2010
2. Proefveldbezoek geïnteresseerden	eind juli 2010
3. Uitvoering fase 1 datavergelijking	sep-dec 2010
4. Oplevering hoofdconclusies inclusief discussiemoment	half december 2010
5. Verdere uitvoering datavergelijking incl. discussiepunten	januari 2011
6. Oplevering concept eindconclusies incl. bespreking vervolg	februari 2011
7. Oplevering eindrapportage	juni 2011

## 7. Samenhang met andere projecten

- Bemesting en adviesregels is één van de meest besproken thema's binnen PPL. Dit project ontwikkelt de ijklijnen en adviesregels en stelt deze beschikbaar aan de diverse initiatieven. Het vormt daarmee een match van praktijkproeven met wetenschappelijke proeven.
- Als meetplatform worden een tweetal proeven van het PA ingezet, een proef van HZPC en een tweetal proeven van PPO/PRI (geleide bemesting aardappelen). Hiermee is landelijke dekking gerealiseerd.
- Er is een link met het project "Zuivere ZandPieper". In dit project komt met name de toetsing van bemestingsstrategieën op zandgronden, met behulp van sensortechnologie, aan de orde. Aan dit project doen telers mee rondom locatie Valthermond en Vredepeel, dit project zal zorgen voor draagvlak onder agrarisch ondernemers.
- Er is een link met het project "Geleide bemesting aardappelen". In dit project wordt tevens gewerkt aan het opstellen van adviesregels waarbij ook bodemfactoren worden meegenomen. Dit project speelt zich af op de locaties Valthermond en Vredepeel.
- De initiatiefnemers Spinof/De Wadden/Het Hogeland gaan parallel aan dit project 2 jaar lang in de praktijk aan de slag met de adviesregel. Door deze parallelle opzet én de afstemming van werkwijze kan een verbinding worden gelegd tussen de wetenschappelijke proeven en de praktijk. Met Jacob van den Borne en Wiski

worden op eenzelfde wijze afspraken gemaakt ten aanzien van de afstemming van het bedrijfsoverstijgende project en de maatwerkinitiatieven, daarvoor hoeft overigens geen strak format ontwikkeld te worden, aan die afstemming kan op verschillende wijzen invulling worden gegeven. Ook met andere initiatiefnemers zal afgestemd worden hoe de resultaten en analyse-aanpak vanuit het bedrijfsoverstijgende project maximale toegevoegde waarde kunnen hebben voor de maatwerkinitiatieven. De ijklijnen en adviesregels worden daarmee verankerd in de praktijk.

- Jacob van den Borne is voornemens om op zijn bedrijf alle commercieel beschikbare sensoren te testen op een speciaal daarvoor ingericht perceel. Ook de Cropscan wordt daarin meegenomen. De informatie vanuit dit project kan er mede toe bijdragen dat de ontwikkelde ijklijnen en adviesregels voor een brede groep sensoren beschikbaar komt. Om te borgen dat de koppeling tussen de adviesregels en de sensoren daadwerkelijk kan worden gelegd zal afstemming plaatsvinden ten aanzien van de werkwijze van de projecten.

In schema:

	regio	gebruik	Sensor
017 Adviesregels BO	M, ZO	Frites	Cropscan
“	N	Zetmeel	Cropscan+ Yara
“	N	Poot	Cropscan
Spinof/Hogeland/Wadden/M. van Dijk	N	Poot	Cropcircle + Cropscan
Wiski	M	Tafel	Yara + Cropscan
ZLTO	Z	Tafel	Cropscan
vdBorne	ZO	Frites	Alle sensoren
Nedato	ZO	Tafel rijenbemesting	
Bur Landbouwcom	ZO	Rijenbemesting	

De bovengenoemde initiatieven (al dan niet PPL) vullen elkaar aan en versterken elkaar. De initiatieven binnen PPL zorgen er daarnaast voor dat de gaten opgevuld worden en dat er samenhang tussen de projecten komt met een duidelijke link naar de praktijk. De initiatieven gezamenlijk kunnen er voor zorgen dat er voor de Nederlandse akkerbouwer robuuste adviesregels beschikbaar komen in aardappelen die agrariërs in staat stellen om scherper te bemesten. Met het beschikbaar komen van deze regels in aardappelen is het belangrijkste gewas voor Nederland geborgd, andere gewassen zullen in het kielzog volgen. De kip en ei problematiek is hiermee echter verholpen en een vliegwieleffect is gelanceerd.

Met deze adviesregels kunnen we een belangrijk stap voorwaarts zetten, het is echter een volgende halte, niet het eindstation. Onderkend wordt dat stikstof één van de bepalende factoren is voor een goed rendement, maar er zijn meer (bepalende) factoren die een rol spelen. Water is een belangrijke factor en ook de bodem speelt een belangrijke rol zowel chemisch als fysisch. Al die elementen hebben met elkaar te maken en grijpen op elkaar in. In vervolgstappen is het belangrijk om die interactie in kaart te brengen en middels modellen daaruit adviezen te genereren. Op het moment dat dat punt bereikt is zal het zo zijn dat de adviesregels voor N-bemesting ingebouwd kunnen worden in dergelijke modellen. PerceelCentraal heeft daarin reeds een eerste stap gezet, op basis van dat project is een checklist ontwikkeld, de uitdaging wordt om die stappen landelijk uit te rollen en te automatiseren. Stapsgewijs zullen we gezamenlijk innovaties in de landbouw introduceren.

## 8. Bedrag, gunning van de opdracht

€ 196.000,- incl. BTW (wordt definitief na offertes)

- Dit project wordt ingediend namens de volgende initiatiefnemers: Agrifirm, Agritip, CZAV, Mijno van Dijk, Spinof, Het Hogeland en de Wadden
- Het project sluit aan op een project van het Productschap Akkerbouw, ALTIC voert de proeven uit, waarop de benodigde aanvullende metingen uitgevoerd kunnen worden
- HZPC voert een proef uit op Kollumerwaard welke als basis dient voor aanvullende metingen
- PPO/PRI voert een proef uit op Vredepeel en Valthermond waarvan de informatie ingebracht wordt in dit project

Het verzoek is om de analyse en inventarisatie van de historische data en kennis én de aanvullende werkzaamheden bovenop de bestaande proeven (HZPC en PA) te financieren vanuit bedrijfsoverstijgende PPL gelden (€ 196.000,- incl. BTW). De resultaten vanuit het project zijn openbaar en het onderwerp ijklijnen /adviesregels op het gebied van bemesting speelt een belangrijke rol binnen PPL.

Vanwege de koppeling met een aantal andere projecten is het juist nu dat de te ontwikkelen ijklijnen en adviesregels tegen een relatief gering bedrag met een landelijke dekking kunnen worden opgesteld.

## 9. Aanbesteding

De uitvoering zal plaatsvinden door/offertes worden gevraagd aan: ALTIC, PPO en PRI

De partijen vullen elkaar binnen dit project goed aan voor wat betreft de aanwezige expertise. Onderstaand een globaal overzicht van de taakverdeling binnen het project.

PPO

- Projectmanagement
- Verzamelen bundelen en analyseren reeds aanwezige historische data PPO en diverse initiatiefnemers
- Data acquisitie Kollumerwaard, Kooijenburg en Valthermond
- Ontwikkelen adviesregels + rapportage

PRI

- Verzamelen bundelen en analyseren reeds aanwezige historische data PRI
- Data acquisitie Vredepeel en Lelystad
- Ontwikkelen adviesregels + rapportage

ALTIC

- Data acquisitie destructieve gewasanalyses

Ieder analyseert een deel van de data 2010.

De partijen zijn samen verantwoordelijk voor communicatie

## 10. Inzet BO sturbudget

	Initiatiefnemer (naam)	bedrag
1	Hwodka	12.000
2	KMWP	5000
3	Hamster/Wage	8.000
4	Spinof/Hogeland+	9.000
5	Wieringermeer prec	2.000
6	Wiski	9.000
7	vd Borne	10.000
8	vd Berg	4.000
9	Nedato	12.000
10	CZAV	27.000
11	Agrifirm	27.000
12	Agerland	27.000
13	Agritip	9.000
14	QMS nieuwe telen	10.000
15	BLGG	15.000
16	ZLTO	10.000
	Totaal BO sturbudget	196.000

	Pre-advies	Score	toelichting
1	bijdrage aan doelen PPL		
a	thema's: Algemeen, CTF, Bemesting, Gewasbesch	- - 3 -	De adviesregels zijn de sleutel om plaatsspecifieke info uit sensoren om te zetten in bruikbare informatie voor bedrijven. Accent ligt op toepassing van kennis in de teelt. Daarnaast worden eenvoudige formules toegevoegd aan ICT.
b	aanpak: akker&teelt, hard/software, org/netwerk	3 2 -	N-reductie= CO2 reductie.
c	reductie CO <sub>2</sub>	2	
2	Inspanning, positie initiatiefnemer(s)	3	Voor dit 1 <sup>e</sup> BO-project in PPL hebben indieners sterk inzet getoond. 6 initiatiefnemers hebben hieraan maatwerk gekoppeld.
3	Innovativiteit, risico initiatiefnemer	2	De aanpak op zich is niet vernieuwend De samenwerking met de maatwerk- en

			private inzet-projecten is nieuw
4	Gevolg van impuls LNV	2	Aanzet tot bundeling
5	Uitvoerbaarheid	3	Vorig onderzoek kwam niet in uitvoering, hier ligt een kans. Borging door projectteam
6	Toevoeging bestaande kennis	2	Het is bekend dat met N met reflectie gemeten kan worden, voor specifieke omstandigheden is info nodig.
7	Introductie van praktische toepassingen	2	Sensoren worden voorzien van adviesregels. Ook tbv input BOSsen
8	Toegevoegde waarde in de praktijk	3	Valideren, ook van ander onderzoek
9	Compleetheid	3	Inzet van veel initiatiefnemers verwerkt, incl. meer sensoren bij vdBorne. Meting van reflectie bij hogere N waarden is aandachtspunt.

## 11. Accordering:

Het ontwikkelverzoek is aan de orde geweest in de stuurgroep van 25/2/10. Daar is nog geen sluitend oordeel over het voorstel gegeven.

In de bijeenkomst van 23/3/10 is, met alle stuurgroepleden, intensief gediscussieerd over het ontwikkelverzoek en was breed commitment aanwezig. Tijdens het ophalen van Sturbudget BO is het voorstel verder verbeterd en vanuit initiatiefnemers commitment vastgelegd.

Gezien het stevige draagvlak en de tijdsdruk op het voorstel, is in overleg met de voorzitter PPL vastgesteld dat de voorzitter stuurgroep PPL tekent voor akkoord van de stuurgroep..

Voor akkoord:

(handtekening)

(datum)

Th.A.M. Meijer

.....

.....

